

**STUDI PENENTUAN LOKASI UNTUK PENGEMBANGAN BUDIDAYA
LAUT BERDASARKAN PARAMETER FISIKA, KIMIA DAN BIOLOGI
DI TELUK KUPANG, NUSA TENGGARA TIMUR**

TESIS

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Mencapai Derajat Magister (S-2)**

Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai



Oleh

**ALEXANDER LEONIDAS KANGKAN
K4A004001**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2006**

**STUDI PENENTUAN LOKASI UNTUK PENGEMBANGAN BUDIDAYA
LAUT BERDASARKAN PARAMETER FISIKA, KIMIA DAN BIOLOGI
DI TELUK KUPANG, NUSA TENGGARA TIMUR**

Nama Penulis : **ALEXANDER LEONIDAS KANGKAN**
NIM : **K4A004001**

Tesis telah disetujui ;
Tanggal : 5 Desember 2006

Pembimbing I,

(Dr. Ir. AGUS HARTOKO, MSc)

Pembimbing II,

(Dr. Ir. SUMINTO, MSc)

Ketua Program Studi,

(Prof. Dr. Ir. SUTRISNO ANGGORO, MS)

**STUDI PENENTUAN LOKASI UNTUK PENGEMBANGAN BUDIDAYA
LAUT BERDASARKAN PARAMETER FISIKA, KIMIA DAN BIOLOGI
DI TELUK KUPANG, NUSA TENGGARA TIMUR**

Dipersiapkan dan disusun oleh

ALEXANDER LEONIDAS KANGKAN
K4A004001

Tesis telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Tanggal : 1 Desember 2006

Ketua Tim Penguji,

(Dr. Ir. AGUS HARTOKO, MSc)

Anggota Tim Penguji I,

(Prof. Dr. Ir. SUTRISNO ANGGORO, MS)

Sekretaris Tim Penguji,

(Dr. Ir. SUMINTO, MSc)

Anggota Tim Penguji II,

(Ir. PRIJADI SUDARSONO, MSc)

Ketua Program Studi,

(Prof. Dr. Ir. SUTRISNO ANGGORO, MS)

ABSTRACT

STUDY ON SITE SELECTION FOR THE DEVELOPMENT OF MARICULTURE BASED ON PHYSICAL, CHEMICAL AND BIOLOGICAL PARAMETERS IN KUPANG BAY, EAST NUSA TENGGARA

A study was conducted at the coastal water of Kupang Bay from March, 2006 to May, 2006. The aims of the study are :

1. To identify the physical, chemical and biological parameters at the utilization zone-coastal water at of Kupang Bay, East Nusa Tenggara .
2. To analyze the value of coastal water suitability from the physical, chemical and biological parameters for the development for mariculture at utilization zone of Kupang Bay, East Nusa Tenggara.
3. To select the sub zone for sea weed culture, grouper fish culture site using the system of floating net cage and the culture of pearl oyster.

The method used in the study was a spatial approach by conducting the direct measurement of the physical, chemical and biological parameters. Mapping and spatial model was analyzed by geo-statistic. While for site selection the mariculture conducted by arranging the matrix of suitability using scoring and standardlization formula.

The result of the research shows that the range values of the physical, chemical and biological parameters at utilization zone of Kupang Bay are as follow :

1. Variable of physics parameter are : (a). depth 5 m - 25 m, (b). transparency 3.00 m - 11.00 m, (c). temperature 26 °C - 28.45 °C, (d). salinity 31.50 ppt - 38.20 ppt, (e). Substrate consist of : sand, loamy sand, sandy loam , silt loam, silt, sand and coral, (f). current velocity 0.059 m/s - 0.238 m/s , and (g). Total Suspended Solid (TSS) 180 mg/l - 305 mg/l.
2. Variable of chemical parameter are : (a). dissolved oxygen 6.85 ppm - 8.74 ppm, (b). pH 7.97 - 8.59, (c). phosphate 0.081 mg/l - 0.435 mg/l , and (d). nitrate 0.145 mg/l - 4.134 mg/l,
3. Variable of biological parameter are : (a). abundance of phytoplankton 106760 cell/l - 210380 cell/l, and (b). chlorophyll-a 0.033 mg/l - 0.037 mg/l.

The evaluation result on the values of site suitability for the development mariculture at zone utilization of Kupang Bay, indicates : (a). for the sea weed culture categorized as moderately suitable (S2), (b). Grouper fish culture using floating net cage at the level of marginally suitable (S3), (c). Pearls oyster culture categorized at the level of not suitable (N).

The sub-zone for sea weed culture lies on the latitude 10° 01' 57.4" S and longitude 123° 34' 51.7" E, and latitude 10° 05' 46.6" S and longitude 123° 33' 20.8" E, with the potential area is 7.544 hectares. For grouper fish culture using floating net cage region lies on the latitude 10° 05' 46.6" S and longitude 123° 33' 20.8" E, width of area is 1.459 hectares, and pearls oyster culture region lies on latitude 10° 03 ' 44.3" S and longitude 123° 41' 30.3" E ; latitude 10° 08' 04.7" S and longitude 123° 27' 58.2" E ; latitude 10° 09' 32.4" S and longitude 123° 28' 46.6" E, width of area is 2.150 hectares.

Key words : Mariculture, Physical, Chemical and Biological Parameters, Kupang Bay

ABSTRAK

STUDI PENENTUAN LOKASI UNTUK PENGEMBANGAN BUDIDAYA LAUT BERDASARKAN PARAMETER FISIKA, KIMIA DAN BIOLOGI DI TELUK KUPANG, NUSA TENGGARA TIMUR

Suatu penelitian telah dilaksanakan di perairan Teluk Kupang, sejak bulan Maret 2006 sampai Mei 2006. Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi parameter fisika, kimia dan biologi perairan pada zona pemanfaatan umum di Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur.
2. Menganalisis nilai kesesuaian perairan dari parameter fisika, kimia dan biologi bagi pengembangan budidaya laut pada zona pemanfaatan umum di Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur.
3. Menentukan sub-zona peruntukan budidaya rumput laut, budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung dan budidaya tiram mutiara

Metode penelitian yang digunakan merupakan pendekatan spasial dengan melakukan pengukuran langsung terhadap parameter fisika, kimia dan biologi di lapangan. Data kemudian dianalisis dengan menggunakan model *geo-statistik* sebagai dasar pemetaan dan pemodelan spasial. Sedangkan untuk menentukan lokasi budidaya laut, dilakukan dengan penyusunan matrik kesesuaian berdasarkan skoring dan pembobotan.

Hasil dari penelitian ini memperlihatkan kisaran nilai parameter fisika, kimia dan biologi di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang sebagai berikut:

1. Variabel dalam parameter fisika terdiri atas : (a). kedalaman sebesar 5 m – 25 m, (b). kecerahan sebesar 3.00 m - 11.00 m, (c). suhu perairan sebesar 26 °C - 28.45 °C, (d). salinitas perairan sebesar 31.50 ppt - 38.20 ppt, (e). material dasar perairan terdiri atas : pasir, pasir berlempung, lempung berpasir, lempung berdebu, debu, pasir dan koral, (f). kecepatan arus sebesar 0.059 m/dt - 0.238 m/dt, dan (g). Muatan Padatan Tersuspensi (MPT) sebesar 180 mg/l - 305 mg/l.
2. Variabel dalam parameter kimia terdiri atas : (a). oksigen terlarut sebesar 6.85 ppm - 8.74 ppm, (b). pH sebesar 7.97 - 8.59, (c). fosfat sebesar 0.081 mg/l - 0.435 mg/l, dan (d). nitrat sebesar 0.145 mg/l - 4.134 mg/l
3. Variabel dalam parameter biologi terdiri atas : (a). kepadatan fitoplankton sebesar 106760 sel/l - 210380 sel/l, dan (b). klorofil-a sebesar 0.033 mg/l - 0.037 mg/l.

Hasil evaluasi terhadap nilai kesesuaian perairan bagi pengembangan budidaya laut di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang memperlihatkan bahwa : (a). Budidaya rumput laut berada pada kelas cukup sesuai (S2), (b). Budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung, berada pada kelas sesuai marginal (S3), (c). Budidaya tiram mutiara, berada pada kelas tidak sesuai (N).

Sub zona budidaya rumput laut terletak pada koordinat 10° 01' 57.4" LS dan 123° 34' 51.7" BT, dan koordinat 10° 05' 46.6" LS dan 123° 33' 20.8" BT, dengan luas 7.544 ha. Zona budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung terletak pada koordinat 10° 05' 46.6" LS dan 123° 33' 20.8" BT, dengan luas 1.459 ha dan zona budidaya tiram mutiara pada koordinat 10° 03' 44.3" LS dan 123° 41' 30.3" BT, koordinat 10° 08' 04.7" LS dan 123° 27' 58.2" BT, dan koordinat 10° 09' 32.4" LS dan 123° 28' 46.6" BT, dengan luas 2.150 ha.

Kata-kata Kunci : Budidaya Laut, Parameter Fisika, Kimia dan Biologi, Teluk Kupang

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang, oleh karena kasih setia-Nya penulis telah menyelesaikan tahapan penelitian dan penyusunan tesis.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak terlepas dari dukungan moril dan materil dari semua pihak. Melalui kesempatan ini, dengan kerendahan hati perkenalkan penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Agus Hartoko, MSc, dan Bapak Dr. Ir. Suminto, MSc, sebagai pembimbing I dan Pembimbing II, yang telah banyak memberikan saran, bimbingan, arahan dan nasehat yang berguna bagi penulis selama penyusunan tesis ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS dan Bapak Prijadi Sudarsono, Msc, sebagai penguji yang telah memberikan banyak masukan terhadap perbaikan tesis ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS, dan Bapak Ir. Asriyanto, DFG, MS sebagai Ketua dan Sekretaris program studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai UNDIP, serta seluruh staf pengajar, dan karyawan yang telah banyak membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung selama menempuh perkuliahan.
4. Yang tersayang istri ku Maria H. Lona atas ketulusan dan kesabaran, telah merelakan waktu, serta senantiasa memberikan dorongan semangat dan doa selama pendidikan ini.

5. Ayahanda dan Ibunda tercinta, kakak dan adikku yang senantiasa terus, dan terus memberikan semangat, serta dukungan doa selama menepuh studi ini.
6. Bapak Andreas Tukimin sekeluarga, yang telah membantu penulis baik materil maupun moril selama penulis berada di kota Semarang.

Semoga Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang melimpahkan berkat-Nya, atas segala bantuan dan kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak kepada penulis. Amin

Semarang, Desember 2006

PENULIS

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR ILUSTRASI.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Pendekatan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Kegunaan Penelitian.....	6
1.6 Waktu dan Tempat.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Kedalaman Perairan.....	8
2.2 Intensitas Cahaya.....	9
2.3 Temperatur Perairan.....	10
2.4 Kecepatan Arus.....	11
2.5 Muatan Padatan Tersuspensi (MPT).....	12
2.6 Material Dasar Perairan.....	13
2.7 Salinitas.....	14
2.8 pH Air Laut.....	15
2.9 Oksigen Terlarut.....	16
2.10 Fosfat.....	18
2.11 Nitrat.....	19
2.12 Plankton.....	20
2.13 Klorofil-a.....	21
2.14 Pemetaan dan Pemodelan Spatial	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Bahan Penelitian.....	23
3.2 Alat Penelitian.....	23
3.3 Metode Penelitian.....	24
3.3.1 Prosedur Penentuan Titik Pengambilan Sampel.....	24
3.3.2 Pengambilan Sampel.....	24
3.4 Variabel Penelitian.....	29
3.5 Analisis Data.....	30
3.5.1 Pemetaan Kontur dan Pemodelan Spatial.....	30
3.5.2 Analisis Kesesuaian Perairan untuk Budidaya Laut..	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	52
4.1 Keadaan Umum.....	52
4.2 Lokasi Titik Sampling.....	54
4.3 Distribusi Spatial Parameter Fisika, Kimia dan Biologi.....	55
4.3.1 Kedalaman Perairan.....	59
4.3.2 Kecerahan.....	60
4.3.3 Suhu Perairan.....	61
4.3.4 Kecepatan Arus.....	62
4.3.5 Muatan Padatan Tersuspensi (MPT).....	64
4.3.6 Material Dasar Perairan.....	65

4.3.7	Salinitas.....	67
4.3.8	pH Air Laut.....	68
4.3.9	Oksigen Terlarut.....	69
4.3.10	Fosfat.....	71
4.3.11	Nitrat.....	72
4.3.12	Kepadatan Fitoplankton.....	74
4.3.13	Klorofil-a.....	75
4.4	Penentuan Lokasi Kesesuaian Budidaya Laut.....	77
4.4.1	Lokasi bagi Pengembangan Budidaya Rumput Laut (<i>Sea weed</i>).....	79
4.4.2	Lokasi bagi Pengembangan Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Keramba Jaring Apung.....	84
4.4.3	Lokasi bagi Pengembangan Budidaya Tiram Mutihara.....	89
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	93
5.1	Kesimpulan.....	93
5.2	Saran.....	95
	DAFTAR PUSTAKA.....	96
	LAMPIRAN.....	103

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1	Kadar Muatan Padatan Tersuspensi dan Pengaruhnya pada Kelangsungan Hidup Ikan.....	13
2	Kadar Oksigen Terlarut dan Pengaruhnya pada Kelangsungan Hidup Ikan.....	18
3	Alat yang Digunakan dalam Penelitian Studi Penentuan Lokasi Budidaya untuk Pengembangan Budidaya Laut Berdasarkan Aspek Fisika, Kimia dan Biologi di Teluk Kupang, NTT.....	23
4	Sistem Penilaian Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut (<i>Sea Weed</i>).....	37
5	Evaluasi Penilaian Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut (<i>Sea Weed</i>).....	38
6	Sistem Penilaian Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Keramba Jaring Apung.....	43
7	Evaluasi Penilaian Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Keramba Jaring Apung	44
8	Sistem Penilaian Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Tiram Mutiara	48
9	Evaluasi Penilaian Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Tiram Mutiara.....	50
10	Koordinat Titik Sampling pada <i>Global Positioning System</i> (GPS).....	55
11	Nilai Tunggal Hasil Transfer Berdasarkan Model <i>Geodetic/position</i>	56
12	Hasil Pengukuran Parameter Fisika, Kimia dan Biologi di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	57
13	Total Nilai Skor Matrik Kesesuaian bagi Penentuan Lokasi Budidaya di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	79
14	Total Nilai Skor Matrik Kesesuaian bagi Pengembangan Budidaya Rumput Laut (<i>sea weed</i>) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang	82
15	Total Skor Kesesuaian bagi Pengembangan Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Keramba Jaring Apung di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	87
16	Total Skor Kesesuaian bagi Pengembangan Budidaya Tiram Mutiara di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	91

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor		Halaman
1	Alur Pendekatan Masalah.....	7
2	Bagan Alir Tahap Analisis Data.....	51
3	Sebaran Kedalaman Sampling (%) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	59
4	Sebaran Spatial Kecerahan (m) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	61
5	Sebaran Spatial Suhu (°C) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	62
6	Sebaran Spatial Kecepatan Arus (m/dt) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang	63
7	Sebaran Spatial Muatan Padatan Tersuspensi (mg/l) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	65
8	Sebaran Spatial Material Dasar Perairan di Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	66
9	Sebaran Spatial Salinitas (ppt) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang	68
10	Sebaran Spatial pH di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang	69
11	Sebaran Spatial Oksigen Terlarut (ppm) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang	70
12	Sebaran Spatial Fosfat (mg/l) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	72
13	Sebaran Spatial Nitrat (mg/l) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	73
14	Sebaran Spatial Kepadatan Fitoplankton (sel/l) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	75
15	Sebaran Spatial Klorofil-a (mg/l) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	76
16	Peta Lokasi Budidaya Rumput Laut (<i>sea weed</i>) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	83
17	Peta Lokasi Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Keramba Jaring Apung di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	88
18	Peta Lokasi Budidaya Tiram Mutiara di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	92

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1	Peta Teluk Kupang.....	103
2	Peta Zonasi Teluk Kupang dan Titik Pengambilan Sampel.....	104
3	Koordinat Titik Pengambilan Sampel.....	105
4	Peta Lokasi Budidaya Laut di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	106
5	Analisis Matrik Kesesuaian Perairan bagi Lokasi Budidaya Rumput Laut di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	107
6	Analisis Matrik Kesesuaian Perairan bagi Lokasi Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Keramba Jaring Apung di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	108
7	Analisis Matrik Kesesuaian Perairan bagi Lokasi Budidaya Tiram Mutiara di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.....	109
8	Hasil Evaluasi Penilaian Kesesuaian Perairan bagi Pengembangan Budidaya Rumput Laut pada Masing-masing Koordinat.....	110
9	Hasil Evaluasi Penilaian Kesesuaian Perairan bagi Pengembangan Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Keramba Jaring Apung pada Masing-masing Koordinat.....	112
10	Hasil Evaluasi Penilaian Kesesuaian Perairan bagi Pengembangan Budidaya Tiram Mutiara pada Masing-masing Koordinat.....	114
11	Uji Kenormalan Data.....	116
12	Analisis <i>Multiple Regression</i> dan Uji Keberartian Koefisien Korelasi Ganda.....	118
13	Analisis Parameter Fisika, Kimia dan Biologi.....	127
14	Foto Beberapa Jenis Fitoplankton di Perairan Teluk Kupang.....	133
15	Foto Kegiatan Lapangan.....	136

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berdasarkan catatan FAO pada tahun 2001, Indonesia menduduki peringkat ke enam sebagai negara penghasil produk perikanan di dunia, dengan penerimaan devisa sebesar USD 1,4 milyar (Nurdjana, 2001). Karena itu, perhatian pemerintah dalam Program Peningkatan Export Hasil Perikanan (PPEHP) tahun 2003 adalah usaha mengembangkan budidaya laut (*sea farming*). Produktivitas yang tinggi dari budidaya diharapkan dapat mengambil alih produksi perikanan tangkap (Widodo, 2001) melalui optimalisasi sumberdaya dan aplikasi sains (Meske, 1996). Bell (1999) dalam Gimin (2001) menjelaskan tentang arti penting kegiatan budidaya perairan dalam meningkatkan hasil perikanan, seperti, *restocking*, *stock enhancement*, dan *farming* biota. Budidaya merupakan kegiatan yang paling mungkin diterapkan mengingat tingkat produktivitas yang tinggi, baik persatuan organisme, lahan maupun waktu.

Secara geografis, kawasan timur Indonesia merupakan kawasan yang sebagian besar terdiri dari laut, yang perkembangan kelautannya pada abad XXI di proyeksikan akan menjadi penting (Agoes, 2001). Propinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) sebagai propinsi yang berada di kawasan timur, mempunyai perairan yang cukup luas yaitu 199.520 km² dengan garis pantai sepanjang 5.700 km (Bappeda NTT, 2004). Dengan adanya Undang-Undang Otonomi NO. 22 Tahun 1999 tentang pemerintahan daerah dan Undang-Undang No. 25 Tahun 1999, tentang perimbangan keuangan antar pemerintah pusat dan daerah, maka

kegiatan pengelolaan wilayah pesisir menjadi tanggung jawab daerah (Agoes, 2001 ; Dahuri *et al*, 2004).

Sejalan dengan semangat otonomi daerah, maka Pemda NTT berusaha mendatangkan *income* dengan cepat. Salah satu kegiatan populer yang di canangkan adalah GEMALA (Gerakan Masuk Laut). Kegiatan ini dimaksud, untuk mengoptimalisasikan wilayah pesisir, guna meningkatkan ekonomi masyarakat pesisir sekaligus Pendapatan Asli Daerah (PAD). Menyikapi hal tersebut, Pemda NTT terus berbenah diri dalam sektor perikanan dan kelautan, termasuk wilayah pesisir yang berpotensi, seperti, Teluk Kupang.

Dewasa ini, peningkatan budidaya laut (*mariculture*) di Teluk Kupang mengalami peningkatan baik dari luas lahan maupun jenis kultivan. Budidaya laut menjadi alternatif, disebabkan ketersediaan air tawar (*fresh water*) yang minim, dan iklim di NTT yang didominasi oleh musim panas yang lebih panjang dari musim hujan. Hanya saja kegiatan budidaya di wilayah pesisir Teluk Kupang belum dikelola dengan baik.

Tumpang tindihnya pemanfaatan dan pengelolaan Teluk Kupang menjadi ancaman bagi sumberdaya perairan tersebut. Sedangkan permasalahan pengembangan budidaya laut banyak disebabkan oleh adanya batasan luas lahan yang bisa dimanfaatkan, belum adanya batasan jarak antara sarana pemanfaatan, dan belum adanya penyiapan atau pengaturan tata ruang untuk pengembangan kegiatan budidaya laut

Berdasarkan sejarah budidaya diberbagai belahan dunia, dapat disimpulkan bahwa pemilihan lokasi yang tepat merupakan faktor yang penting dalam menentukan kelayakan usaha budidaya (Milne, 1979). Meskipun dengan upaya

dan teknologi, beberapa unit yang kurang sesuai dapat dirubah menjadi menguntungkan atau bahkan terpaksa ditinggalkan setelah menghabiskan dana dalam jumlah yang besar. Karena itu, pemilihan lokasi mutlak demi keberhasilan budidaya (Muir dan Kapetsky, 1998 ; Purnomo, 1992 ; Sukandi, 2002).

Pemilihan lokasi umumnya didasarkan pada spesies yang ingin dikultur dan teknologi yang digunakan, tetapi pada beberapa kejadian urutannya dapat dibalik. Adanya batasan-batasan pada salah satu faktor tersebut, karakteristik perairan yang sesuai akan membatasi pemilihan faktor lain. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam penentuan lokasi adalah kondisi teknis yang terdiri dari parameter fisika, kimia dan biologi dan non teknis yang berupa pangsa pasar, keamanan dan sumberdaya manusia (Milne, 1979 ; Pillay, 1990). Salah satu kesalahan dalam pengembangan budidaya adalah lingkungan perairan yang tidak cocok. Agar budidaya dapat berkembang dengan baik diperlukan data kondisi perairan yang sesuai.

Pengelolaan sumberdaya perairan yang tepat, mengharapkan kesesuaian yang cocok untuk setiap tujuan penggunaan sumberdaya tersebut. karena itu, pengemasan dan pengaturan perlu dilakukan (Zonneveld *et al*, 1991). Sehubungan dengan pemanfaatan sumberdaya perairan untuk kepentingan usaha budidaya, maka diperlukan suatu studi penentuan lokasi yang sesuai bagi peruntukan jenis kultivan dan pengembangan budidayanya.

1.2. Perumusan Masalah

Kenyataan bahwa, penentuan lokasi pengembangan budidaya, lebih berdasarkan *feeling* atau *trial and error* (Hartoko dan Helmi, 2004). Pada hal data atau informasi tentang kelayakan lahan (*site suitability*) sangatlah diperlukan

untuk memecahkan dalam kompetisi pemanfaatan pesisir (Radiarta *et al*, 2005). Persoalan ini, dapat menyebabkan kegiatan pemanfaatan *space*, pada zona tersebut menjadi tidak tepat. Perkembangan teknologi pemetaan merupakan salah satu pilihan dalam penentuan lokasi budidaya (Torres *et al*, 1988 ; Budiyanto, 2005). Aplikasi teknologi ini, dipergunakan untuk menggambarkan lokasi bagi pengembangan budidaya laut yang dipadukan dengan parameter ekosistem perairan.

Pembatasan secara fungsional wilayah pengelolaan sumberdaya perairan Teluk Kupang telah dilakukan dengan rencana aksi pengaturan tata ruang. Langkah awalnya yaitu terbentuk zonasi diperairan Teluk Kupang yang diharapkan dapat mengatur pengelolaannya secara seimbangan, sehingga terhindar dari kegiatan yang destruktif dan tumpang tindih antar sektor yang berkepentingan. Zonasi merupakan suatu rekayasa teknik pemanfaatan ruang yang merupakan upaya penetapan batas-batas fungsional suatu peruntukan, sesuai dengan potensi sumberdaya, daya dukung dan proses ekologi yang berlangsung sebagai suatu kesatuan sistem (Sugandhi, 1996).

Salah satu *out put* dari rencana aksi tersebut adalah zona pemanfaatan umum yang diperuntukan untuk budidaya. Permasalahan yang dihadapi oleh *aquafarmers* adalah, belum adanya nilai ataupun spasial yang menggambarkan tingkat kesesuaian atau lokasi yang tepat dari perairan tersebut, bagi pengembangan budidaya. Kondisi permasalahan diatas, menimbulkan pertanyaan : Bagaimana daya dukung lingkungan perairan tersebut dari parameter fisika, kimia dan biologi, sehingga dapat mempertegas teknologi yang akan diterapkan. Berdasarkan pernyataan diatas, maka diperlukan suatu analisis penentuan lokasi pengembangan budidaya berdasarkan parameter fisika, kimia

dan biologi pada zona pemanfaatan umum di Teluk Kupang, sehingga terdapat ruang bagi kultivan yang hendak dikultur berdasarkan nilai kecocokannya.

1.3. Pendekatan Masalah

Pemilihan lokasi budidaya tidak terlepas dari aspek bioteknis budidaya, yang didalamnya terdapat parameter ekosistem perairan sebagai daya dukung lingkungan dan non-teknis berupa dukungan aksesibilitas dan sosial-ekonomi masyarakat. Karena penelitian hanya dibatasi pada aspek bioteknis, maka aspek non-teknis hanya berperan sebagai informasi tambahan. Sedangkan pengembangan budidaya laut yang direncanakan terdiri atas tiga kultivan yaitu rumput laut, ikan kerapu yang dibudidayakan dengan sistem keramba jaring apung dan tiram mutiara.

Pada dasarnya dalam memahami kehidupan dalam perairan, tidak hanya diperlukan pengetahuan mengenai organisme perairan tersebut, tetapi perlu diketahui pengaruh eksternal yang berperan. Lingkungan perairan yang sesuai, diperlukan oleh biota bagi kelangsungan hidupnya, karena berkaitan dengan pola dan kebiasaan hidup biota tersebut. Untuk memecahkan masalah diatas, maka dilakukan pengukuran parameter fisika, kimia dan biologi di lapangan sebagai fokus penelitian. Data parameter tersebut kemudian analisis melalui pendekatan spatial dan kesesuaian perairan dengan model skoring. Kedua pendekatan tersebut dikombinasikan untuk mendapatkan zona budidaya. Skema pendekatan masalah dapat dilihat pada Ilustrasi 1.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi parameter fisika, kimia dan biologi perairan pada zona pemanfaatan umum di Teluk Kupang, NTT.
2. Menganalisis nilai kesesuaian perairan dari parameter fisika, kimia dan biologi bagi pengembangan budidaya laut pada zona pemanfaatan umum di Teluk Kupang, NTT.
3. Penentuan sub-zona peruntukan budidaya rumput laut, budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung dan budidaya tiram mutiara pada zona pemanfaatan umum di Teluk Kupang, NTT berdasarkan analisis diatas.

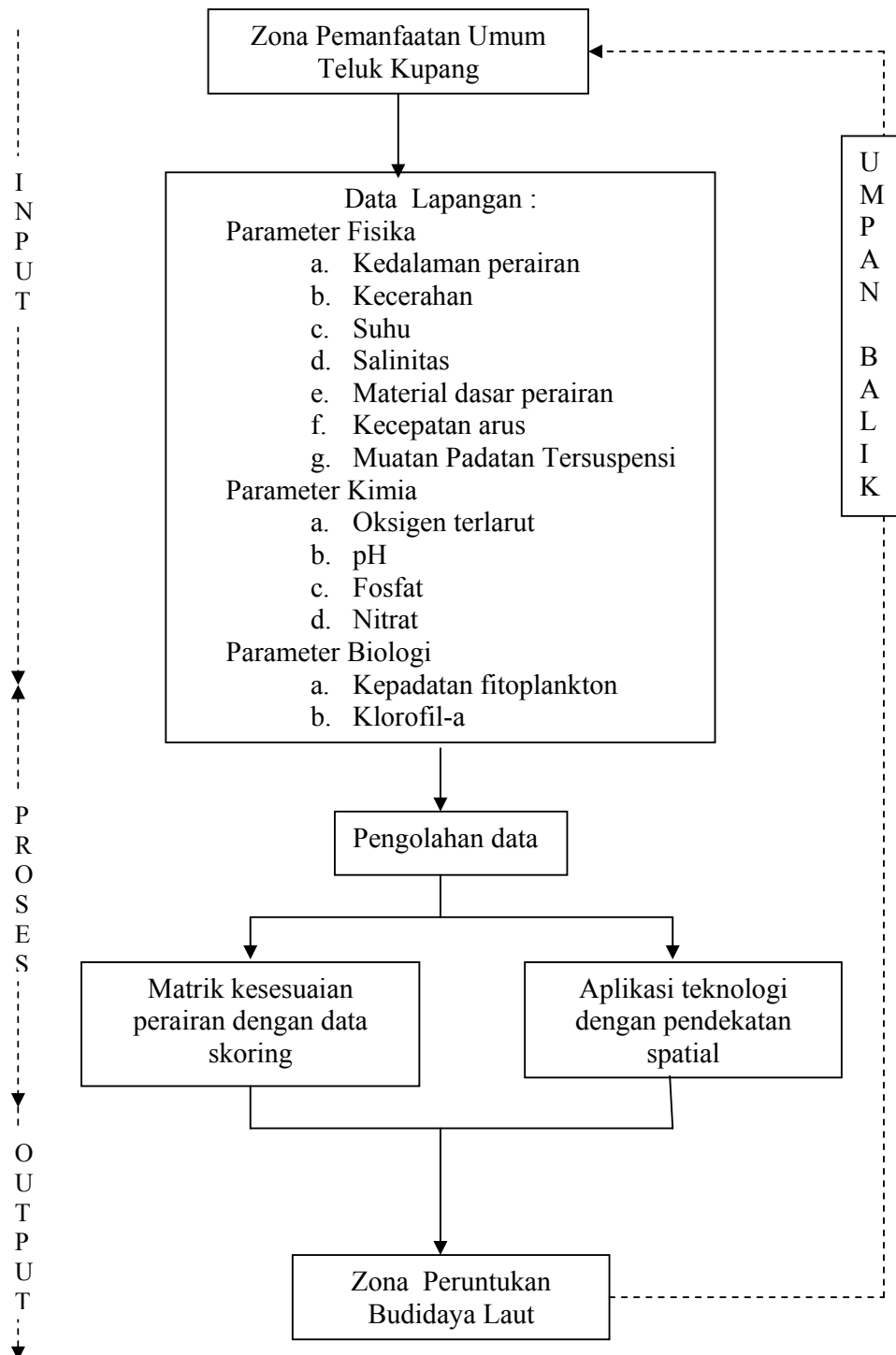
1.5. Kegunaan Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan:

1. Terbentuknya zona peruntukan bagi pengembangan budidaya laut sesuai karakteristik perairan.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat dan kepada Pemerintah Daerah, sehingga dapat dikembangkan dan dikelola dengan baik

1.6. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur. Penelitian dilakukan selama tiga bulan, yang dimulai pada bulan Maret 2006 sampai Mei 2006.



Ilustrasi 1. Alur Pendekatan Masalah

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kedalaman Perairan

Menurut Wibisono, (2005) menyatakan bahwa kedalaman suatu perairan didasari pada relief dasar dari perairan tersebut. Perairan yang dangkal kecepatan arus relatif cukup besar dibandingkan dengan kecepatan arus pada daerah yang lebih dalam (Odum, 1979). Semakin dangkal perairan semakin dipengaruhi oleh pasang surut, yang mana daerah yang dipengaruhi oleh pasang surut mempunyai tingkat kekeruhan yang tinggi. Kedalaman perairan berpengaruh terhadap jumlah dan jenis organisme yang mendiaminya, penetrasi cahaya, dan penyebaran plankton. Dalam kegiatan budidaya variabel ini berperan dalam penentuan instalasi budidaya yang akan dikembangkan dan akibat-akibat yang ditimbulkan oleh kegiatan tersebut.

Kedalaman perairan merupakan faktor yang diperlukan dalam kegiatan baik terhadap organisme yang membutuhkan kedalaman rendah sampai cukup dalam. Beberapa kultivan seperti rumput laut membutuhkan perairan yang tidak terlalu dalam dibandingkan dengan budidaya ikan kerapu dan tiram mutiara. Ikan kerapu sangat tergantung dari pakan buatan (*artificial food*), maka untuk menjaga terakumulasinya sisa pakan pada dasar perairan, diharapkan ada perbedaan jarak antara dasar perairan dengan dasar jaring. Akumulasi yang terjadi berupa proses dekomposisi dari sisa pakan yang menghasilkan senyawa organik. Kedalaman yang dianjurkan adalah berkisar 5-25 meter (Deptan, 1992 ; DKP, 2002)

2.2. Intensitas Cahaya

Cahaya merupakan faktor penting bagi kehidupan ikan dalam pemangsaan, tingkah laku reproduksi, mencari perlindungan, orientasi migrasi, pola pertumbuhan (Bal and Rao, 1984 ; Brotowidjoyo *et al*, 1995), dan fase metabolisme ikan (Brown and Gratzek, 1980). Kemampuan sinar matahari pada kondisi cerah dapat diabsorpsi sebanyak 1% pada kedalaman 100 meter dan untuk perairan yang keruh hanya mencapai kedalaman 10-30 meter dan tiga meter pada perairan estuari (Brotowidjoyo *at al*, 1995). Penetrasi cahaya menjadi rendah apabila tingginya kandungan partikel tersuspensi di perairan dekat pantai, akibat aktivitas pasang surut dan juga tingkat kedalaman (Hutabarat dan Evans, 1985 ; Sastrawijaya, 2000).

Berkas cahaya yang jatuh ke permukaan air, sebagiannya akan dipantulkan dan sebagian lagi akan diteruskan ke dalam air. Jumlah cahaya yang dipantulkan tergantung pada sudut jatuh dari sinar dan keadaan perairan. Air yang senantiasa bergerak menyebabkan pantulan sinar menyebar kesegala arah. Sinar yang melewati media air sebagian di absorpsi dan sebagian di *scatter* (Sidjabat, 1976)

Kecerahan perairan yang di perbolehkan dalam budidaya perikanan berkisar antara 5-10 meter (Bakosurtanal, 1996 ; Wibisono, 2005). Pada kedalaman tertentu, apabila kemampuan intensitas cahaya dapat melampauinya, akan mempengaruhi produktifitas total dan tumbuhan yang dominan dalam ekosistem. Dalam hubungannya dengan fotosintesa, intensitas dan panjang gelombang sangat penting. Bentuk-bentuk yang hidup di laut cenderung menyukai sinar-sinar dengan spektrum hijau dan biru (Romimohtarto, 2003). Keadaan ini secara tidak langsung mempengaruhi daya dukung ekosistem perairan.

2.3. Temperatur

Secara umum suhu perairan nusantara mempunyai perubahan suhu baik harian maupun tahunan, biasanya berkisar antara 27°C – 32°C dan ini tidak berpengaruh terhadap kegiatan budidaya. Kenaikan suhu mempercepat reaksi-reaksi kimia, yang menurut hukum Van't Hoff kenaikan suhu 10°C akan melipatgandakan kecepatan reaksi (Romimohtarto, 2003). Pada kondisi tertentu, suhu permukaan perairan dapat mencapai 35 °C atau lebih besar. Akan tetapi ikan biasanya akan berenang menjauhi permukaan perairan (Boyd dan Lichtkoppler, 1982).

Perubahan suhu mempengaruhi tingkat kesesuaian perairan sebagai habitat organisme akuatik, karena itu setiap organisme akuatik mempunyai batas kisaran maksimum dan minimum (Efendi, 2003). Ikan merupakan hewan poikiloterm, yang mana suhu tubuhnya naik turun sesuai dengan suhu lingkungan (Brotowidjoyo *et al*, 1995), sebab itu semua proses fisiologis ikan dipengaruhi oleh suhu lingkungan (Hoar *et al*, 1979). Suhu perairan berpengaruh terhadap respon tingkah laku ikan (Bal and Rao, 1984), proses metabolisme, reproduksi (Hutabarat dan Evans, 1985 ; Efendi, 2003), ekskresi amonia (Wheathon *et al*, 1994) dan resistensi terhadap penyakit (Nabib dan Pasaribu, 1989).

Boyd dan Lichtkoppler (1982) menyatakan bahwa suhu yang optimal bagi pertumbuhan ikan tropis berkisar antara 25°C – 32°C. Semakin tinggi suhu semakin cepat perairan mengalami kejenuhan akan oksigen yang mendorong terjadinya difusi oksigen dari air ke udara, sehingga konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan semakin menurun. Sejalan dengan itu, konsumsi oksigen pada ikan menurun dan berakibat menurunnya metabolisme dan kebutuhan energi.

Peningkatan suhu perairan sebesar 10 °C, menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sebanyak dua sampai tiga kali lipat. Perubahan suhu juga berakibat pada peningkatan dekomposisi bahan-bahan organik oleh mikroba (Effendi, 2003).

2.4. Kecepatan Arus

Adanya arus di laut disebabkan oleh perbedaan densitas masa air laut, tiupan angin terus menerus diatas permukaan laut dan pasang-surut terutama di daerah pantai (Raharjo dan Sanusi, 1983 *dalam* Satriadi dan Widada, 2004). Pasang surut juga dapat menggantikan air secara total dan terus menerus sehingga perairan terhindar dari pencemaran (Winanto, 2004). Sedangkan distribusi pantai dapat merubah dan meredam arus (Sidjabat, 1976).

Arus mempunyai pengaruh positif dan negatif bagi kehidupan biota perairan. Arus dapat menyebabkan ausnya jaringan jasad hidup akibat pengikisan atau teraduknya substrat dasar berlumpur yang berakibat pada kekeruhan sehingga terhambatnya fotosintesa. Pada saat yang lain, manfaat dari arus adalah menyuplai makanan, kelarutan oksigen, penyebaran plankton dan penghilangan CO₂ maupun sisa-sisa produk biota laut (Beverige, 1987 ; Romimohtarto, 2003). Kenyataan yang tidak dapat ditoleransi terhadap kuat maupun lemahnya arus akan menghambat kegiatan budidaya laut (Ghufron dan Kordi, 2005).

Arus juga sangat penting dalam sirkulasi air, pembawa bahan terlarut dan padatan tersuspensi (Dahuri, 2003), serta dapat berdampak pada keberadaan organisme penempel (Akbar *et al*, 2001). Kecepatan arus perairan untuk budidaya keramba jaring apung di laut tidak boleh lebih dari 100 cm/detik

(Gufron dan Kordi, 2005) dan kecepatan arus bawah 25 cm/dt. Sedangkan untuk rumput laut 20 - 30 cm/dt dan tiram mutiara berkisar 15 – 25 cm/dt (DKP, 2002)

2.5. Muatan Padatan Tersuspensi (MPT)

Padatan tersuspensi adalah bahan-bahan yang tersuspensi ($\Theta > 1 \mu\text{m}$), yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0.45 μm . Keberadaan muatan padatan tersuspensi di perairan dapat berupa pasir, lumpur, tanah liat, koloid serta bahan-bahan organik seperti plankton dan organisme lain. (Effendi, 2003 ; Alaerts dan Santika, 1987 *dalam* Satriadi dan Widada, 2004). Konsentrasi dan komposisi MPT bervariasi secara temporal dan spatial tergantung pada faktor-faktor fisik yang mempengaruhi distribusi MPT terutama adalah pola sirkulasi air, pengendapan gravitational, deposisi dan resuspensi sedimen. Faktor yang paling dominan dalam sirkulasi air (Chester, 1990 *dalam* Satriadi dan Widada, 2004)

Padatan tersuspensi dalam air umumnya diperlukan untuk penentuan produktivitas dan mengetahui norma air yang dimaksud dengan jalan mengukur dengan berbagai periode. Suatu kenaikan mendadak, padatan tersuspensi dapat ditafsir dari erosi tanah akibat hujan (Sastrawijaya, 2000). Pergerakan air berupa arus pasang akan mampu mengaduk sedimen yang ada (Satriadi dan Widada, 2004).

Effendi (2003) melaporkan bahwa muatan padatan tersuspensi bagi kepentingan perikanan diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 1. Kadar Muatan Padatan Tersuspensi dan Pengaruhnya pada Kelangsungan Hidup Ikan

Nilai (mg/l)	Pengaruh Terhadap Kepentingan Perikanan
< 25	Tidak berpengaruh
25 - 80	Sedikit berpengaruh
81 - 400	Kurang baik bagi kepentingan perikanan
> 400	Tidak baik bagi kepentingan perikanan

Sumber: Alabaster dan Lloyd, 1982

2.6. Material Dasar Perairan

Substrat dasar berpengaruh terhadap jenis hewan dasar yang hidup pada daerah tersebut. Kehidupan biota sesuai dengan habitatnya, dimana pada substrat yang keras dihuni oleh hewan yang mampu melekat dan pada substrat yang lunak dihuni oleh organisme yang mampu membuat lubang (Odum, 1979). Substrat dasar suatu lokasi bervariasi dari bebatuan sampai lumpur dapat berpengaruh terhadap instalasi budidaya, pertukaran air, penumpukan hasil metabolisme dan kotoran (Rejeki, 2001).

Menurut Dahuri (2003) mengatakan bahwa substrat juga berperan dalam menjaga stabilitas sedimen yang mencakup perlindungan dari arus air dan tempat pengolahan serta pemasukan nutrisi. Jenis dan ukuran substrat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kandungan bahan organik dan distribusi bentos. Semakin halus tekstur tersebut semakin tinggi kemampuan untuk menjebak bahan organik (Nybakken, 1992).

Substrat dasar perairan yang baik untuk lokasi budidaya adalah gugusan wilayah perairan yang sesuai habitat masing-masing organisme. Substrat dasar yang cocok untuk budidaya tiram adalah gugusan terumbu karang atau karang

berpasir. Sedangkan untuk ikan kerapu dan rumput laut akan cocok pada substrat berpasir dan pecahan karang (Bakosurtanal, 1996 ; Radiarta *et al*, 2003).

2.7. Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi ion yang terdapat diperairan. Salinitas menggambarkan padatan total di air setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida digantikan dengan klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi (Effendi, 2003). Salinitas air laut bebas mempunyai kisaran 30-36 ppt (Brotowidjoyo *et al*, 1995). Sedangkan daerah pantai mempunyai variasi salinitas yang lebih besar. Semua organisme dalam perairan dapat hidup pada perairan yang mempunyai perubahan salinitas kecil (Hutabarat dan Evans, 1995).

Toleransi terhadap salinitas tergantung pada umur stadium ikan. Salinitas berpengaruh terhadap reproduksi, distribusi, lama hidup serta orientasi migrasi. Variasi salinitas pada perairan yang jauh dari pantai akan relatif kecil dibandingkan dengan variasi salinitas di dekat pantai, terutama jika pemasukan air air sungai. Perubahan salinitas tidak langsung berpengaruh terhadap perilaku ikan atau distribusi ikan tetapi pada perubahan sifat kimia air laut (Brotowidjoyo *et al*, 1995)

Ikan air laut mengatasi kekurangan air dengan mengkonsumsi air laut sehingga kadar garam dalam cairan tubuh bertambah. Dalam mencegah terjadinya dehidrasi akibat proses ini kelebihan garam harus dibatasi dengan jalan mengekskresi klorida lebih banyak lewat insang dan ekskresi lewat urine yang

isotonik (Hoar *et al.*, 1979). Ikan mengatur ion plasmanya agar tekanan osmotik didalam cairan tubuh sebanding dengan kapasitas regulasi.

2.8. pH Air Laut

Derajat keasaman menunjukkan aktifitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (mol/l) pada suhu tertentu atau $\text{pH} = -\log (\text{H}^+)$. Konsentrasi pH mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Perairan yang asam cenderung menyebabkan kematian pada ikan. Hal ini disebabkan konsentrasi oksigen akan rendah sehingga, aktifitas pernapasan tinggi dan selera makan berkurang (Ghufron dan Kordi, 2005).

pH air laut umumnya berkisar antara 7.6 – 8.3 (Brotowidjoyo *et al.*, 1995) dan berpengaruh terhadap ikan (Bal and Rao, 1984). pH air laut relatif konstan karena adanya penyangga dari hasil keseimbangan karbon dioksida, asam karbonat, karbonat dan bikarbonat yang disebut *buffer* (Black, 1986 ; Shepherd and Bromage, 1998). Nilai pH, biasanya dipengaruhi oleh laju fotosintesa, buangan industri serta limbah rumah tangga (Sastrawijaya, 2000).

Dalam suatu perairan nilai pH berada pada kondisi alami, namun konsentrasi pH yang baik untuk ikan kakap putih berkisar antara 7.5- 8.5 (Deptan, 1992), untuk ikan *salmonidae* kisaran pH antara 6.4 - 8.4 (Shepherd and Bromage, 1988), untuk kerang mutiara kisaran pH antara 7.9 - 8.2 (Winanto, 2004) dan untuk budidaya ikan kerapu kisaran pH antara 7.8 - 8,3 (SNI, 2000).

Kisaran pH dalam perairan alami, sangat dipengaruhi oleh konsentrasi karbon dioksida yang merupakan substansi asam. Fitoplankton dan vegetasi

perairan lainya menyerap karbon dioksida dari perairan selama proses fotosintesa berlangsung sehingga pH cenderung meningkat pada siang hari dan menurun pada malam hari. Tetapi menurunnya pH oleh karbondioksida tidak lebih dari 4.5 (Boyd, 1982). Proses nitrifikasi oleh bakteri dapat mengurangi nilai pH perairan karena adanya konsumsi karbonat dan pelepasan ion hidrogen selama proses berlangsung (Soderberg, 1995).

Proses penguraian bahan organik menjadi garam mineral, seperti, amonia, nitrat dan fosfat berguna bagi fitoplankton dan tumbuhan air. Proses akan lebih cepat jika kisaran pH basa dan mantap (Afriyanto dan Liviawaty, 1991). Pada pH diatas 7, amonia dalam bentuk molekul NH_3 akan lebih dominan dari ion NH_4 , pada tingkatan tertentu dapat menembus membran sel atau juga menyebabkan rusaknya jaringan insang *hiperplasia branchia* (Purnomo, 1987).

2.9. Oksigen Terlarut

Pada perairan yang terbuka, oksigen terlarut berada pada kondisi alami, sehingga jarang dijumpai kondisi perairan terbuka yang miskin oksigen (Brotowidjoyo *et al.*, 1995). Walaupun pada kondisi terbuka, kandungan oksigen perairan tidak sama dan bervariasi berdasarkan siklus, tempat dan musim. Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian, musiman, pencampuran masa air, pergerakan masa air, aktifitas fotosintesa, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air (Effendi, 2003). Kebutuhan oksigen pada ikan mempunyai dua kepentingan yaitu : kebutuhan lingkungan bagi spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif yang tergantung pada metabolisme ikan (Ghufron dan Kordi, 2005).

Penurunan kadar oksigen terlarut dalam air dapat menghambat aktivitas ikan. Oksigen diperlukan untuk pembakaran dalam tubuh. Kebutuhan akan oksigen antara tiap spesies tidak sama. Hal ini disebabkan adanya perbedaan struktur molekul sel darah ikan yang mempunyai hubungan antara tekanan partial oksigen dalam air dan dengan keseluruhan oksigen dalam sel darah (Brown and Gratzek, 1980).

Variasi oksigen terlarut dalam air biasanya sangat kecil sehingga tidak mengganggu kehidupan ikan (Brotowidjoyo *et al*, 1995). Keberadaan oksigen di perairan sangat penting terkait dengan berbagai proses kimia biologi perairan. Oksigen diperlukan dalam proses oksidasi berbagai senyawa kimia dan respirasi berbagai organisme perairan (Dahuri *et al*, 2004).

Dalam situasi tertentu ikan akan berenang menjauhi air yang kadar oksigennya rendah, terutama melampaui batas yang diinginkan. Pada prinsipnya insang merupakan organ yang dipergunakan ikan untuk proses respirasi. Insang berfungsi untuk mengekstrak sebagian oksigen dalam air (Brown and Gatzek, 1980).

Kemampuan bertahan terhadap perubahan oksigen untuk setiap spesies tidak sama. Beberapa jenis ikan dapat bertahan pada kondisi oksigen yang sangat ekstrim. Hal ini disebabkan beberapa ikan memiliki pernapasan tambahan yang mampu mengambil oksigen langsung dari udara, misalnya, ikan lele (*Clarias* sp) memiliki *arborescent* organ, atau jenis ikan blodok (*Periophthalmus*) yang dapat menggunakan kulitnya (Fujaya, 2004). Kadar oksigen terlarut dan pengaruhnya terhadap kelangsungan hidup ikan dalam Effendi (2003) sebagai berikut :

Tabel 2. Kadar Oksigen Terlarut dan Pengaruhnya pada Kelangsungan Hidup Ikan

Kadar Oksigen Terlarut (mg/l)	Pengaruh Terhadap Kelangsungan Hidup Ikan
<0.3	Hanya sedikit yang bertahan
0.3 – 1.0	Akan menyebabkan kematian pada ikan jika berlangsung lama.
1.0 – 5.0	Ikan akan hidup pada kisaran ini tetapi pertumbuhannya akan lambat, bila berlangsung lama.
>5.0	Pada kisaran ini, hampir semua organisme akuatik menyukainya.

Sumber : Modifikasi Swingle dalam Boyd, 1988.

2.10. Fosfat

Tumbuhan dalam air laut memerlukan N dan P sebagai ion PO_4^- untuk pertumbuhan yang disebut *nutrient* atau unsur hara makro (Brotowidjoyo *et al.*, 1995). Kandungan fosfat yang lebih tinggi dari batas toleransi dapat berakibat terhambatnya pertumbuhan. Kandungan fosfat 0,1011 $\mu\text{g/l}$ - 0,1615 $\mu\text{g/l}$ merupakan batas yang layak untuk normalitas kehidupan organisme budidaya. (Winanto, 2000).

Dalam perairan fosfat berbentuk orthofosfat, organofosfat atau senyawa organik dalam bentuk protoplasma, dan polifosfat atau senyawa organik terlarut (Sastrawijaya, 2000). Fosfat dalam bentuk larutan dikenal dengan orthofosfat dan merupakan bentuk fosfat yang digunakan oleh tumbuhan dan fitoplankton. Oleh karena itu, dalam hubungan dengan rantai makanan di perairan ortofosfat terlarut sangat penting (Boyd, 1981).

Fosfat terlarut biasanya dihasilkan oleh masukan bahan organik melalui darat atau juga dari pengikisan batuan fosfor oleh aliran air dan dekomposisi organisme yang sudah mati (Hutagalung dan Rozak, 1997). Seperti variabel

oksigen dan salinitas, ortofosfat juga berada dalam nilai-nilai yang alami dalam suatu perairan atau *biolimited element* (Brotowidjoyo *et al*, 1995).

2.11. Nitrat

Senyawa nitrogen dalam air laut terdapat dalam tiga bentuk utama yang berada dalam keseimbangan yaitu amoniak, nitrit dan nitrat. Jika oksigen normal maka keseimbangan akan menuju nitrat. Pada saat oksigen rendah keseimbangan akan menuju amoniak dan sebaliknya. Dengan demikian nitrat adalah hasil akhir dari oksida nitrogen dalam laut (Hutagalung dan Rozak, 1997). Elemen penting yang merupakan determinasi produktifitas organik air adalah nitrat. Elemen ini sangat kaya pada kedalaman antara 500 m sampai 1000 m. Pada zona euphotik dipergunakan oleh fitoplankton hingga ke permukaan air (Bal and Rao, 1984).

Nitrat dapat terbentuk karena tiga proses, yakni badai listrik, organisme pengikat nitrogen, dan bakteri yang menggunakan amoniak. Peningkatan konsentrasi amoniak disebabkan adanya peningkatan pembusukan sisa tanaman atau hewan (Sastrawijaya, 2004). Lebih lanjut dikatakan sumber nitrogen sukar dilacak di danau atau di sungai karena merupakan *nutrient* yang dipergunakan oleh tumbuhan air dan fitoplankton untuk fotosintesa (Sidjabat, 1976). Nitrat dapat menyebabkan menurunnya oksigen terlarut, penurunan populasi ikan, air cepat tua dan bau busuk. Kisaran nitrat yang layak untuk organisme yang dibudidayakan sekitar 0,2525 – 0,6645 mg/l (Winanto, 2004).

2.12. Plankton

Plankton merupakan organisme pelagik yang mengapung atau bergerak mengikuti arus (Bal and Rao, 1984), terdiri atas dua tipe yakni fitoplankton dan zooplankton. Plankton mempunyai peranan penting dalam ekosistem di laut, karena menjadi bahan makanan bagi berbagai jenis hewan laut (Nontji, 1993 ; Nybakken, 1992).

Menurut Newell and Newell (1963) daur hidupnya plankton digolongkan atas :

1. Holoplankton adalah plankton yang seluruh daur hidupnya bersifat planktonik
2. Meroplankton merupakan organisme akuatik yang sebagian dari daur hidupnya bersifat planktonik.

Fitoplankton hanya dapat hidup di tempat yang mempunyai sinar yang cukup, sehingga fitoplankton hanya dijumpai pada lapisan permukaan air atau daerah-daerah yang kaya akan nutrisi (Hutabarat dan Evans, 1995). Produktifitas fitoplankton dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara nitrat dan fosfat serta makrofita (Boyd, 1981). Fitoplankton sebagai pakan alami mempunyai peran ganda, yakni berfungsi sebagai penyangga kualitas air dan dasar dalam rantai makanan di perairan atau yang disebut produsen primer (Odum, 1979).

Distribusi fitoplankton menjadi penting karena kemampuan beradaptasi dari jenis-jenis fitoplankton tersebut. Perubahan komposisi jenis dan kepadatan terjadi karena pengaruh faktor-faktor berupa perubahan musim, jumlah konsentrasi cahaya dan temperatur. Perubahan-perubahan kandungan mineral, salinitas, *run off*, dan aktifitas di darat dapat juga merubah komposisi fitoplankton di laut (Viyard, 1979).

2.13. Klorofil-a

Sifat- sifat plankton yaitu memiliki pigmen yang lengkap mulai dari klorofil-a hingga klorofil-c, sehingga kadang diberi nama berdasarkan warnanya. Kesuburan perairan, salah satu indikatornya dinyatakan dalam konsentrasi klorofil-a (Basmi, 2000). Kandungan klorofil-a pada setiap jenis dalam kelas, berbeda berdasarkan kemampuan menyerap dan membiaskan panjang gelombang cahaya yang diterima.

Fitoplankton sebagai tumbuhan yang mengandung pigmen klorofil, mampu melaksanakan reaksi fotosintesa menghasilkan senyawa organik. Pigmen klorofil-a merupakan pigmen yang paling besar dan dominan dibandingkan dengan klorofil-b atau klorofil-c. Kandungan klorofil-a berbeda berdasarkan lokasi (Nontji, 2005), dan mempunyai hubungannya positif antara total fitoplankton dan klorofil-a (Akbulut, 2003)

2.14. Pemetaan dan Model Spatial

Citra adalah gambar dua dimensi tentang suatu obyek dari pandangan nyata. Citra dapat berbentuk analog atau digital. Data citra terdiri dari format grid secara reguler yang disebut data raster, yang terdiri dari baris (*row*) dan kolom (*column*). Didalam data raster terdapat element yang kecil yang dinamakan pixel (*picture element*) dengan informasi koordinatnya (*row dan column*) dan nilai spektral dalam bentuk angka (*Digital Number*). Tiap pixel dalam bentuk dua dimensi, yang menggambarkan nilai intensitas, lokasi dan wilayah permukaan bumi. Nilai intensitas merupakan gambaran yang diberikan oleh sensor. Intensitas piksel disimpan dalam bentuk nilai digital.

Secara umum terdapat dua jenis data yang dapat dipergunakan untuk mempersentasikan atau memodelkan fenomena-fenomena yang terdapat di dunia nyata. Pertama adalah jenis data yang mempresentasikan aspek-aspek kekurangan dari fenomena yang bersangkutan. Jenis data ini sering disebut posisi, koordinat, spatial atau ruang. Kedua adalah jenis data yang mempresentasikan aspek-aspek deskriptif dari fenomena yang dimodelkan. Jenis ini mencakup *items* atau *properties* dari fenomena yang bersangkutan hingga dimensi waktunya. Data ini sering disebut non spatial (Prahasta, 2002).

Pengolahan data citra digital memerlukan komputer untuk memanipulasi data citra yang disimpan dalam format digital. Tujuan dari pengolahan data citra adalah meningkatkan arti dari data geografi agar lebih bermanfaat, penuh dengan informasi. Surfer adalah salah satu piranti lunak yang dipergunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi yang berdasarkan pada *grid* (Budiyanto, 2005). Dengan surfer, dapat mengolah data koordinat yang tidak beraturan menjadi lembaran segi empat (*grid*) yang lebih sempurna.

Surfer dapat menganalisis secara spatial data dengan cara memadukan beberapa data dan informasi tentang budidaya dalam bentuk lapisan atau *layer* yang nantinya dapat ditumpanglapiskan (*overlay*) pada data lain, sehingga menghasilkan keluaran baru dalam bentuk peta tematik. *Overlay* pada peta kontur menurut Budiyanto (2005) adalah menampilkan sebuah peta dengan sebuah data raster, atau sebuah peta kontur dengan model tiga dimensi. *Overlay* ini memudahkan analisis sebuah wilayah dalam kaitannya dengan kontur atau morfologi lahan tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kedalaman Perairan

Menurut Wibisono, (2005) menyatakan bahwa kedalaman suatu perairan didasari pada relief dasar dari perairan tersebut. Perairan yang dangkal kecepatan arus relatif cukup besar dibandingkan dengan kecepatan arus pada daerah yang lebih dalam (Odum, 1979). Semakin dangkal perairan semakin dipengaruhi oleh pasang surut, yang mana daerah yang dipengaruhi oleh pasang surut mempunyai tingkat kekeruhan yang tinggi. Kedalaman perairan berpengaruh terhadap jumlah dan jenis organisme yang mendiaminya, penetrasi cahaya, dan penyebaran plankton. Dalam kegiatan budidaya variabel ini berperan dalam penentuan instalasi budidaya yang akan dikembangkan dan akibat-akibat yang ditimbulkan oleh kegiatan tersebut.

Kedalaman perairan merupakan faktor yang diperlukan dalam kegiatan baik terhadap organisme yang membutuhkan kedalaman rendah sampai cukup dalam. Beberapa kultivan seperti rumput laut membutuhkan perairan yang tidak terlalu dalam dibandingkan dengan budidaya ikan kerapu dan tiram mutiara. Ikan kerapu sangat tergantung dari pakan buatan (*artificial food*), maka untuk menjaga terakumulasinya sisa pakan pada dasar perairan, diharapkan ada perbedaan jarak antara dasar perairan dengan dasar jaring. Akumulasi yang terjadi berupa proses dekomposisi dari sisa pakan yang menghasilkan senyawa organik. Kedalaman yang dianjurkan adalah berkisar 5-25 meter (Deptan, 1992 ; DKP, 2002)

2.2. Intensitas Cahaya

Cahaya merupakan faktor penting bagi kehidupan ikan dalam pemangsaan, tingkah laku reproduksi, mencari perlindungan, orientasi migrasi, pola pertumbuhan (Bal and Rao, 1984 ; Brotowidjoyo *et al*, 1995), dan fase metabolisme ikan (Brown and Gratzek, 1980). Kemampuan sinar matahari pada kondisi cerah dapat diabsorbsi sebanyak 1% pada kedalaman 100 meter dan untuk perairan yang keruh hanya mencapai kedalaman 10-30 meter dan tiga meter pada perairan estuari (Brotowidjoyo *at al*, 1995). Penetrasi cahaya menjadi rendah apabila tingginya kandungan partikel tersuspensi di perairan dekat pantai, akibat aktivitas pasang surut dan juga tingkat kedalaman (Hutabarat dan Evans, 1985 ; Sastrawijaya, 2000).

Berkas cahaya yang jatuh ke permukaan air, sebagiannya akan dipantulkan dan sebagian lagi akan diteruskan ke dalam air. Jumlah cahaya yang dipantulkan tergantung pada sudut jatuh dari sinar dan keadaan perairan. Air yang senantiasa bergerak menyebabkan pantulan sinar menyebar kesegala arah. Sinar yang melewati media air sebagian di absorbsi dan sebagian di *scatter* (Sidjabat, 1976)

Kecerahan perairan yang di perbolehkan dalam budidaya perikanan berkisar antara 5-10 meter (Bakosurtanal, 1996 ; Wibisono, 2005). Pada kedalaman tertentu, apabila kemampuan intensitas cahaya dapat melampauinya, akan mempengaruhi produktifitas total dan tumbuhan yang dominan dalam ekosistem. Dalam hubungannya dengan fotosintesa, intensitas dan panjang gelombang sangat penting. Bentuk-bentuk yang hidup di laut cenderung menyukai sinar-sinar dengan spektrum hijau dan biru (Romimohtarto, 2003). Keadaan ini secara tidak langsung mempengaruhi daya dukung ekosistem perairan.

2.3. Temperatur

Secara umum suhu perairan nusantara mempunyai perubahan suhu baik harian maupun tahunan, biasanya berkisar antara 27°C – 32°C dan ini tidak berpengaruh terhadap kegiatan budidaya. Kenaikan suhu mempercepat reaksi-reaksi kimia, yang menurut hukum Van't Hoff kenaikan suhu 10°C akan melipatgandakan kecepatan reaksi (Romimohtarto, 2003). Pada kondisi tertentu, suhu permukaan perairan dapat mencapai 35 °C atau lebih besar. Akan tetapi ikan biasanya akan berenang menjauhi permukaan perairan (Boyd dan Lichtkoppler, 1982).

Perubahan suhu mempengaruhi tingkat kesesuaian perairan sebagai habitat organisme akuatik, karena itu setiap organisme akuatik mempunyai batas kisaran maksimum dan minimum (Efendi, 2003). Ikan merupakan hewan poikiloterm, yang mana suhu tubuhnya naik turun sesuai dengan suhu lingkungan (Brotowidjoyo *et al*, 1995), sebab itu semua proses fisiologis ikan dipengaruhi oleh suhu lingkungan (Hoar *et al*, 1979). Suhu perairan berpengaruh terhadap respon tingkah laku ikan (Bal and Rao, 1984), proses metabolisme, reproduksi (Hutabarat dan Evans, 1985 ; Efendi, 2003), ekskresi amonia (Wheathon *et al*, 1994) dan resistensi terhadap penyakit (Nabib dan Pasaribu, 1989).

Boyd dan Lichtkoppler (1982) menyatakan bahwa suhu yang optimal bagi pertumbuhan ikan tropis berkisar antara 25°C – 32°C. Semakin tinggi suhu semakin cepat perairan mengalami kejenuhan akan oksigen yang mendorong terjadinya difusi oksigen dari air ke udara, sehingga konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan semakin menurun. Sejalan dengan itu, konsumsi oksigen pada ikan menurun dan berakibat menurunnya metabolisme dan kebutuhan energi.

Peningkatan suhu perairan sebesar 10 °C, menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sebanyak dua sampai tiga kali lipat. Perubahan suhu juga berakibat pada peningkatan dekomposisi bahan-bahan organik oleh mikroba (Effendi, 2003).

2.4. Kecepatan Arus

Adanya arus di laut disebabkan oleh perbedaan densitas masa air laut, tiupan angin terus menerus diatas permukaan laut dan pasang-surut terutama di daerah pantai (Raharjo dan Sanusi, 1983 *dalam* Satriadi dan Widada, 2004). Pasang surut juga dapat menggantikan air secara total dan terus menerus sehingga perairan terhindar dari pencemaran (Winanto, 2004). Sedangkan distribusi pantai dapat merubah dan meredam arus (Sidjabat, 1976).

Arus mempunyai pengaruh positif dan negatif bagi kehidupan biota perairan. Arus dapat menyebabkan ausnya jaringan jasad hidup akibat pengikisan atau teraduknya substrat dasar berlumpur yang berakibat pada kekeruhan sehingga terhambatnya fotosintesa. Pada saat yang lain, manfaat dari arus adalah menyuplai makanan, kelarutan oksigen, penyebaran plankton dan penghilangan CO₂ maupun sisa-sisa produk biota laut (Beverige, 1987 ; Romimohtarto, 2003). Kenyataan yang tidak dapat ditoleransi terhadap kuat maupun lemahnya arus akan menghambat kegiatan budidaya laut (Ghufron dan Kordi, 2005).

Arus juga sangat penting dalam sirkulasi air, pembawa bahan terlarut dan padatan tersuspensi (Dahuri, 2003), serta dapat berdampak pada keberadaan organisme penempel (Akbar *et al*, 2001). Kecepatan arus perairan untuk budidaya keramba jaring apung di laut tidak boleh lebih dari 100 cm/detik

(Gufron dan Kordi, 2005) dan kecepatan arus bawah 25 cm/dt. Sedangkan untuk rumput laut 20 - 30 cm/dt dan tiram mutiara berkisar 15 – 25 cm/dt (DKP, 2002)

2.5. Muatan Padatan Tersuspensi (MPT)

Padatan tersuspensi adalah bahan-bahan yang tersuspensi ($\Theta > 1 \mu\text{m}$), yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0.45 μm . Keberadaan muatan padatan tersuspensi di perairan dapat berupa pasir, lumpur, tanah liat, koloid serta bahan-bahan organik seperti plankton dan organisme lain. (Effendi, 2003 ; Alaerts dan Santika, 1987 *dalam* Satriadi dan Widada, 2004). Konsentrasi dan komposisi MPT bervariasi secara temporal dan spatial tergantung pada faktor-faktor fisik yang mempengaruhi distribusi MPT terutama adalah pola sirkulasi air, pengendapan gravitational, deposisi dan resuspensi sedimen. Faktor yang paling dominan dalam sirkulasi air (Chester, 1990 *dalam* Satriadi dan Widada, 2004)

Padatan tersuspensi dalam air umumnya diperlukan untuk penentuan produktivitas dan mengetahui norma air yang dimaksud dengan jalan mengukur dengan berbagai periode. Suatu kenaikan mendadak, padatan tersuspensi dapat ditafsir dari erosi tanah akibat hujan (Sastrawijaya, 2000). Pergerakan air berupa arus pasang akan mampu mengaduk sedimen yang ada (Satriadi dan Widada, 2004).

Effendi (2003) melaporkan bahwa muatan padatan tersuspensi bagi kepentingan perikanan diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 1. Kadar Muatan Padatan Tersuspensi dan Pengaruhnya pada Kelangsungan Hidup Ikan

Nilai (mg/l)	Pengaruh Terhadap Kepentingan Perikanan
< 25	Tidak berpengaruh
25 - 80	Sedikit berpengaruh
81 - 400	Kurang baik bagi kepentingan perikanan
> 400	Tidak baik bagi kepentingan perikanan

Sumber: Alabaster dan Lloyd, 1982

2.6. Material Dasar Perairan

Substrat dasar berpengaruh terhadap jenis hewan dasar yang hidup pada daerah tersebut. Kehidupan biota sesuai dengan habitatnya, dimana pada substrat yang keras dihuni oleh hewan yang mampu melekat dan pada substrat yang lunak dihuni oleh organisme yang mampu membuat lubang (Odum, 1979). Substrat dasar suatu lokasi bervariasi dari bebatuan sampai lumpur dapat berpengaruh terhadap instalasi budidaya, pertukaran air, penumpukan hasil metabolisme dan kotoran (Rejeki, 2001).

Menurut Dahuri (2003) mengatakan bahwa substrat juga berperan dalam menjaga stabilitas sedimen yang mencakup perlindungan dari arus air dan tempat pengolahan serta pemasukan nutrisi. Jenis dan ukuran substrat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kandungan bahan organik dan distribusi bentos. Semakin halus tekstur tersebut semakin tinggi kemampuan untuk menjebak bahan organik (Nybakken, 1992).

Substrat dasar perairan yang baik untuk lokasi budidaya adalah gugusan wilayah perairan yang sesuai habitat masing-masing organisme. Substrat dasar yang cocok untuk budidaya tiram adalah gugusan terumbu karang atau karang

berpasir. Sedangkan untuk ikan kerapu dan rumput laut akan cocok pada substrat berpasir dan pecahan karang (Bakosurtanal, 1996 ; Radiarta *et al*, 2003).

2.7. Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi ion yang terdapat diperairan. Salinitas menggambarkan padatan total di air setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida digantikan dengan klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi (Effendi, 2003). Salinitas air laut bebas mempunyai kisaran 30-36 ppt (Brotowidjoyo *et al*, 1995). Sedangkan daerah pantai mempunyai variasi salinitas yang lebih besar. Semua organisme dalam perairan dapat hidup pada perairan yang mempunyai perubahan salinitas kecil (Hutabarat dan Evans, 1995).

Toleransi terhadap salinitas tergantung pada umur stadium ikan. Salinitas berpengaruh terhadap reproduksi, distribusi, lama hidup serta orientasi migrasi. Variasi salinitas pada perairan yang jauh dari pantai akan relatif kecil dibandingkan dengan variasi salinitas di dekat pantai, terutama jika pemasukan air air sungai. Perubahan salinitas tidak langsung berpengaruh terhadap perilaku ikan atau distribusi ikan tetapi pada perubahan sifat kimia air laut (Brotowidjoyo *et al*, 1995)

Ikan air laut mengatasi kekurangan air dengan mengkonsumsi air laut sehingga kadar garam dalam cairan tubuh bertambah. Dalam mencegah terjadinya dehidrasi akibat proses ini kelebihan garam harus dibatasi dengan jalan mengekskresi klorida lebih banyak lewat insang dan ekskresi lewat urine yang

isotonik (Hoar *et al.*, 1979). Ikan mengatur ion plasmanya agar tekanan osmotik didalam cairan tubuh sebanding dengan kapasitas regulasi.

2.8. pH Air Laut

Derajat keasaman menunjukkan aktifitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (mol/l) pada suhu tertentu atau $\text{pH} = -\log (\text{H}^+)$. Konsentrasi pH mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Perairan yang asam cenderung menyebabkan kematian pada ikan. Hal ini disebabkan konsentrasi oksigen akan rendah sehingga, aktifitas pernapasan tinggi dan selera makan berkurang (Ghufron dan Kordi, 2005).

pH air laut umumnya berkisar antara 7.6 – 8.3 (Brotowidjoyo *et al.*, 1995) dan berpengaruh terhadap ikan (Bal and Rao, 1984). pH air laut relatif konstan karena adanya penyangga dari hasil keseimbangan karbon dioksida, asam karbonat, karbonat dan bikarbonat yang disebut *buffer* (Black, 1986 ; Shepherd and Bromage, 1998). Nilai pH, biasanya dipengaruhi oleh laju fotosintesa, buangan industri serta limbah rumah tangga (Sastrawijaya, 2000).

Dalam suatu perairan nilai pH berada pada kondisi alami, namun konsentrasi pH yang baik untuk ikan kakap putih berkisar antara 7.5- 8.5 (Deptan, 1992), untuk ikan *salmonidae* kisaran pH antara 6.4 - 8.4 (Shepherd and Bromage, 1988), untuk kerang mutiara kisaran pH antara 7.9 - 8.2 (Winanto, 2004) dan untuk budidaya ikan kerapu kisaran pH antara 7.8 - 8,3 (SNI, 2000).

Kisaran pH dalam perairan alami, sangat dipengaruhi oleh konsentrasi karbon dioksida yang merupakan substansi asam. Fitoplankton dan vegetasi

perairan lainya menyerap karbon dioksida dari perairan selama proses fotosintesa berlangsung sehingga pH cenderung meningkat pada siang hari dan menurun pada malam hari. Tetapi menurunnya pH oleh karbondioksida tidak lebih dari 4.5 (Boyd, 1982). Proses nitrifikasi oleh bakteri dapat mengurangi nilai pH perairan karena adanya konsumsi karbonat dan pelepasan ion hidrogen selama proses berlangsung (Soderberg, 1995).

Proses penguraian bahan organik menjadi garam mineral, seperti, amonia, nitrat dan fosfat berguna bagi fitoplankton dan tumbuhan air. Proses akan lebih cepat jika kisaran pH basa dan mantap (Afriyanto dan Liviawaty, 1991). Pada pH diatas 7, amonia dalam bentuk molekul NH_3 akan lebih dominan dari ion NH_4 , pada tingkatan tertentu dapat menembus membran sel atau juga menyebabkan rusaknya jaringan insang *hiperplasia branchia* (Purnomo, 1987).

2.9. Oksigen Terlarut

Pada perairan yang terbuka, oksigen terlarut berada pada kondisi alami, sehingga jarang dijumpai kondisi perairan terbuka yang miskin oksigen (Brotowidjoyo *et al.*, 1995). Walaupun pada kondisi terbuka, kandungan oksigen perairan tidak sama dan bervariasi berdasarkan siklus, tempat dan musim. Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian, musiman, pencampuran masa air, pergerakan masa air, aktifitas fotosintesa, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air (Effendi, 2003). Kebutuhan oksigen pada ikan mempunyai dua kepentingan yaitu : kebutuhan lingkungan bagi spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif yang tergantung pada metabolisme ikan (Ghufron dan Kordi, 2005).

Penurunan kadar oksigen terlarut dalam air dapat menghambat aktivitas ikan. Oksigen diperlukan untuk pembakaran dalam tubuh. Kebutuhan akan oksigen antara tiap spesies tidak sama. Hal ini disebabkan adanya perbedaan struktur molekul sel darah ikan yang mempunyai hubungan antara tekanan partial oksigen dalam air dan dengan keseluruhan oksigen dalam sel darah (Brown and Gratzek, 1980).

Variasi oksigen terlarut dalam air biasanya sangat kecil sehingga tidak mengganggu kehidupan ikan (Brotowidjoyo *et al*, 1995). Keberadaan oksigen di perairan sangat penting terkait dengan berbagai proses kimia biologi perairan. Oksigen diperlukan dalam proses oksidasi berbagai senyawa kimia dan respirasi berbagai organisme perairan (Dahuri *et al*, 2004).

Dalam situasi tertentu ikan akan berenang menjauhi air yang kadar oksigennya rendah, terutama melampaui batas yang diinginkan. Pada prinsipnya insang merupakan organ yang dipergunakan ikan untuk proses respirasi. Insang berfungsi untuk mengekstrak sebagian oksigen dalam air (Brown and Gatzek, 1980).

Kemampuan bertahan terhadap perubahan oksigen untuk setiap spesies tidak sama. Beberapa jenis ikan dapat bertahan pada kondisi oksigen yang sangat ekstrim. Hal ini disebabkan beberapa ikan memiliki pernapasan tambahan yang mampu mengambil oksigen langsung dari udara, misalnya, ikan lele (*Clarias* sp) memiliki *arborescent* organ, atau jenis ikan blodok (*Periophthalmus*) yang dapat menggunakan kulitnya (Fujaya, 2004). Kadar oksigen terlarut dan pengaruhnya terhadap kelangsungan hidup ikan dalam Effendi (2003) sebagai berikut :

Tabel 2. Kadar Oksigen Terlarut dan Pengaruhnya pada Kelangsungan Hidup Ikan

Kadar Oksigen Terlarut (mg/l)	Pengaruh Terhadap Kelangsungan Hidup Ikan
<0.3	Hanya sedikit yang bertahan
0.3 – 1.0	Akan menyebabkan kematian pada ikan jika berlangsung lama.
1.0 – 5.0	Ikan akan hidup pada kisaran ini tetapi pertumbuhannya akan lambat, bila berlangsung lama.
>5.0	Pada kisaran ini, hampir semua organisme akuatik menyukainya.

Sumber : Modifikasi Swingle dalam Boyd, 1988.

2.10. Fosfat

Tumbuhan dalam air laut memerlukan N dan P sebagai ion PO_4^- untuk pertumbuhan yang disebut *nutrient* atau unsur hara makro (Brotowidjoyo *et al.*, 1995). Kandungan fosfat yang lebih tinggi dari batas toleransi dapat berakibat terhambatnya pertumbuhan. Kandungan fosfat 0,1011 $\mu\text{g/l}$ - 0,1615 $\mu\text{g/l}$ merupakan batas yang layak untuk normalitas kehidupan organisme budidaya. (Winanto, 2000).

Dalam perairan fosfat berbentuk orthofosfat, organofosfat atau senyawa organik dalam bentuk protoplasma, dan polifosfat atau senyawa organik terlarut (Sastrawijaya, 2000). Fosfat dalam bentuk larutan dikenal dengan orthofosfat dan merupakan bentuk fosfat yang digunakan oleh tumbuhan dan fitoplankton. Oleh karena itu, dalam hubungan dengan rantai makanan di perairan ortofosfat terlarut sangat penting (Boyd, 1981).

Fosfat terlarut biasanya dihasilkan oleh masukan bahan organik melalui darat atau juga dari pengikisan batuan fosfor oleh aliran air dan dekomposisi organisme yang sudah mati (Hutagalung dan Rozak, 1997). Seperti variabel

oksigen dan salinitas, ortofosfat juga berada dalam nilai-nilai yang alami dalam suatu perairan atau *biolimited element* (Brotowidjoyo *et al*, 1995).

2.11. Nitrat

Senyawa nitrogen dalam air laut terdapat dalam tiga bentuk utama yang berada dalam keseimbangan yaitu amoniak, nitrit dan nitrat. Jika oksigen normal maka keseimbangan akan menuju nitrat. Pada saat oksigen rendah keseimbangan akan menuju amoniak dan sebaliknya. Dengan demikian nitrat adalah hasil akhir dari oksida nitrogen dalam laut (Hutagalung dan Rozak, 1997). Elemen penting yang merupakan determinasi produktifitas organik air adalah nitrat. Elemen ini sangat kaya pada kedalaman antara 500 m sampai 1000 m. Pada zona euphotik dipergunakan oleh fitoplankton hingga ke permukaan air (Bal and Rao, 1984).

Nitrat dapat terbentuk karena tiga proses, yakni badai listrik, organisme pengikat nitrogen, dan bakteri yang menggunakan amoniak. Peningkatan konsentrasi amoniak disebabkan adanya peningkatan pembusukan sisa tanaman atau hewan (Sastrawijaya, 2004). Lebih lanjut dikatakan sumber nitrogen sukar dilacak di danau atau di sungai karena merupakan *nutrient* yang dipergunakan oleh tumbuhan air dan fitoplankton untuk fotosintesa (Sidjabat, 1976). Nitrat dapat menyebabkan menurunnya oksigen terlarut, penurunan populasi ikan, air cepat tua dan bau busuk. Kisaran nitrat yang layak untuk organisme yang dibudidayakan sekitar 0,2525 – 0,6645 mg/l (Winanto, 2004).

2.12. Plankton

Plankton merupakan organisme pelagik yang mengapung atau bergerak mengikuti arus (Bal and Rao, 1984), terdiri atas dua tipe yakni fitoplankton dan zooplankton. Plankton mempunyai peranan penting dalam ekosistem di laut, karena menjadi bahan makanan bagi berbagai jenis hewan laut (Nontji, 1993 ; Nybakken, 1992).

Menurut Newell and Newell (1963) daur hidupnya plankton digolongkan atas :

1. Holoplankton adalah plankton yang seluruh daur hidupnya bersifat planktonik
2. Meroplankton merupakan organisme akuatik yang sebagian dari daur hidupnya bersifat planktonik.

Fitoplankton hanya dapat hidup di tempat yang mempunyai sinar yang cukup, sehingga fitoplankton hanya dijumpai pada lapisan permukaan air atau daerah-daerah yang kaya akan nutrisi (Hutabarat dan Evans, 1995). Produktifitas fitoplankton dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara nitrat dan fosfat serta makrofita (Boyd, 1981). Fitoplankton sebagai pakan alami mempunyai peran ganda, yakni berfungsi sebagai penyangga kualitas air dan dasar dalam rantai makanan di perairan atau yang disebut produsen primer (Odum, 1979).

Distribusi fitoplankton menjadi penting karena kemampuan beradaptasi dari jenis-jenis fitoplankton tersebut. Perubahan komposisi jenis dan kepadatan terjadi karena pengaruh faktor-faktor berupa perubahan musim, jumlah konsentrasi cahaya dan temperatur. Perubahan-perubahan kandungan mineral, salinitas, *run off*, dan aktifitas di darat dapat juga merubah komposisi fitoplankton di laut (Viyard, 1979).

2.13. Klorofil-a

Sifat- sifat plankton yaitu memiliki pigmen yang lengkap mulai dari klorofil-a hingga klorofil-c, sehingga kadang diberi nama berdasarkan warnanya. Kesuburan perairan, salah satu indikatornya dinyatakan dalam konsentrasi klorofil-a (Basmi, 2000). Kandungan klorofil-a pada setiap jenis dalam kelas, berbeda berdasarkan kemampuan menyerap dan membiaskan panjang gelombang cahaya yang diterima.

Fitoplankton sebagai tumbuhan yang mengandung pigmen klorofil, mampu melaksanakan reaksi fotosintesa menghasilkan senyawa organik. Pigmen klorofil-a merupakan pigmen yang paling besar dan dominan dibandingkan dengan klorofil-b atau klorofil-c. Kandungan klorofil-a berbeda berdasarkan lokasi (Nontji, 2005), dan mempunyai hubungannya positif antara total fitoplankton dan klorofil-a (Akbulut, 2003)

2.14. Pemetaan dan Model Spatial

Citra adalah gambar dua dimensi tentang suatu obyek dari pandangan nyata. Citra dapat berbentuk analog atau digital. Data citra terdiri dari format grid secara reguler yang disebut data raster, yang terdiri dari baris (*row*) dan kolom (*column*). Didalam data raster terdapat element yang kecil yang dinamakan pixel (*picture element*) dengan informasi koordinatnya (*row dan column*) dan nilai spektral dalam bentuk angka (*Digital Number*). Tiap pixel dalam bentuk dua dimensi, yang menggambarkan nilai intensitas, lokasi dan wilayah permukaan bumi. Nilai intensitas merupakan gambaran yang diberikan oleh sensor. Intensitas piksel disimpan dalam bentuk nilai digital.

Secara umum terdapat dua jenis data yang dapat dipergunakan untuk mempersentasikan atau memodelkan fenomena-fenomena yang terdapat di dunia nyata. Pertama adalah jenis data yang mempresentasikan aspek-aspek kekurangan dari fenomena yang bersangkutan. Jenis data ini sering disebut posisi, koordinat, spatial atau ruang. Kedua adalah jenis data yang mempresentasikan aspek-aspek deskriptif dari fenomena yang dimodelkan. Jenis ini mencakup *items* atau *properties* dari fenomena yang bersangkutan hingga dimensi waktunya. Data ini sering disebut non spatial (Prahasta, 2002).

Pengolahan data citra digital memerlukan komputer untuk memanipulasi data citra yang disimpan dalam format digital. Tujuan dari pengolahan data citra adalah meningkatkan arti dari data geografi agar lebih bermanfaat, penuh dengan informasi. Surfer adalah salah satu piranti lunak yang dipergunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi yang berdasarkan pada *grid* (Budiyanto, 2005). Dengan surfer, dapat mengolah data koordinat yang tidak beraturan menjadi lembaran segi empat (*grid*) yang lebih sempurna.

Surfer dapat menganalisis secara spatial data dengan cara memadukan beberapa data dan informasi tentang budidaya dalam bentuk lapisan atau *layer* yang nantinya dapat ditumpanglapiskan (*overlay*) pada data lain, sehingga menghasilkan keluaran baru dalam bentuk peta tematik. *Overlay* pada peta kontur menurut Budiyanto (2005) adalah menampilkan sebuah peta dengan sebuah data raster, atau sebuah peta kontur dengan model tiga dimensi. *Overlay* ini memudahkan analisis sebuah wilayah dalam kaitannya dengan kontur atau morfologi lahan tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Perairan Teluk Kupang dengan batas wilayah penelitian antara 10° 00' – 10° 20' LS dan 123° 23' – 123° 45' BT.
2. Peta wilayah Pesisir Teluk Kupang skala 1 : 50.000 (Lampiran 1)
3. Peta zonasi Teluk Kupang skala 1 : 250.000 (Lampiran 2)
4. Data GIS pulau-pulau di Indonesia (Sumber : Hartoko, 2006)

3.2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 3. Alat Yang Digunakan dalam Penelitian Studi Penentuan Lokasi untuk Pengembangan Budidaya Laut Berdasarkan Aspek Fisika, Kimia dan Biologi di Teluk Kupang, NTT.

Komponen Yang Diamati	Satuan	Alat	Keterangan
Kedalaman Perairan	meter	Peta Batimetri dan Tali Penduga	In situ
Kecerahan Air	meter	Secchi Disk	In situ
Suhu Perairan	° C	Water checker.	In situ
Salinitas	ppt	Water checker.	In situ
Kecepatan Arus	m/dt	Alat Ukur Arus (Modifikasi LIPI Ambon)	In situ
Material Dasar Perairan	-	Ekman Grab Sampler	In situ / lab
MPT	mg/l	Penyaring millipora	Laboratorium
pH	-	Water checker	In situ
Fosfat	mg/l	Spektrofotometer	Laboratorium
Nitrat	mg/l	Spektrofotometer	Laboratorium
Oksigen Terlarut	ppm	Water checker.	In situ
Kepadatan Fitoplankton	sel/l	Mikroskop Sargent-Welch	Laboratorium
Klorofil-a	mg/l	Spektrofotometer	Laboratorium
Pemetaan dan Pemodelan Spatial	-	Piranti lunak Surfer 32.EXE	Lab Komputer UNDIP
Koordinat Lapangan	lat/long	GPS	In situ

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan pendekatan spatial dengan melakukan pengukuran langsung parameter fisika, kimia dan biologi di lapangan. Pendekatan spatial bermaksud untuk mempresentasikan dan memodelkan aspek-aspek keruangan dari suatu fenomena (Prahasta, 2002).

3.3.1. Prosedur Penentuan Titik Pengambilan Sampel.

Penelitian ini berada pada lokasi zona pemanfaatan umum Teluk Kupang yaitu antara $10^{\circ} 00' - 10^{\circ} 20' \text{ LS}$ dan $123^{\circ} 23' - 123^{\circ} 45' \text{ BT}$. Penentuan titik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive* (Nasution, 2001), yang mengacu pada fisiografi lokasi, agar sedapat mungkin bisa mewakili atau menggambarkan keadaan perairan tersebut. Koordinat pengambilan sampel dicatat dengan bantuan *Global Positioning System* (GPS) dengan format (latitude ; longitude).

3.3.2. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel parameter fisika, kimia dan biologi perairan yang dilakukan pada pukul 8.00 Wita sampai pukul 17. 00 Wita. Sampel yang dapat diukur secara *in situ* dilakukan pengukuran secara *in situ* dan sampel yang perlu dianalisis lebih lanjut, dibawa ke laboratorium Fak. Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana. Berikut adalah data yang dikumpulkan dalam penelitian ini :

A). Parameter Fisika

Dalam parameter fisika, variabel yang diukur meliputi :

1). Kedalaman Perairan

Kedalaman perairan menggunakan data sekunder berupa peta bathimetri dan kemudian diukur dengan tali penduga. Untuk mengeleminir sudut yang

dibentuk oleh kuat arus, maka tali penduga dipasang pemberat dengan kapasitas 35 kg.

2). Kecerahan Air

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *sechii disc*, pada setiap titik sampling.

3). Suhu Perairan

Suhu perairan diukur dengan menggunakan water checker tipe *Horiba U10A* di setiap titik sampling dengan skala pengukuran 1 °C.

4). Kecepatan Arus

Informasi ini diperlukan untuk mengetahui arah dan besarnya masa air yang mengalir serta mengetahui penyebaran limbah, sedimen atau bahan lainnya. Aliran masa air diukur pada suatu titik yang tetap. Alat yang digunakan merupakan alat ukur arus modifikasi Lembaga Ilmu dan Pengetahuan (LIPI) Ambon. Keterbatasan alat ukur digital merupakan kendala dalam pengukuran variabel ini.

5). Material Dasar Perairan

Pengambilan sampel dilakukan dengan mempergunakan alat *Egman grab sampler* dan kemudian dianalisis di laboratorium. Penetapan tekstur tanah menggunakan metode pengendapan sederhana.

- Sampel dikeringkan, diblender dan selanjutnya diayak (ukuran ayak 2 mm)
- Timbang hasil ayakan sebanyak 15 gram, masukan kedalam kovet A kemudian ditambahkan 1 ml larutan pendispersi dan aquades. selanjutnya diamkan selama 30 menit

- Pipet larutan kovet A dan masukan ke kovet B. Lakukan hingga larutan pada kovet A habis dan hanya menyisahkan endapan
- Diamkan kovet B selama 30 menit untuk mendapatkan debu dan selanjutnya pipet larutan tersebut sampai tersisa endapan.
- Endapan dalam kovet A dan B dikeluarkan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 °C, selama 24 jam.
- Lakukan penimbangan untuk mendapatkan bobot pasir dan bobot debu.
- Tetapkan persentase pasir, debu dan liat.
- Tentukan tekstur tanah dengan segitiga tekstur (Sumber : Soil Survey Staff, 1967)

6). Muatan Padatan Tersuspensi (MPT)

Metode yang digunakan dalam pengukuran adalah gravimetrik dengan alat penyaring millipora (Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, (1996). Prosedur analisis dilakukan menurut petunjuk Alaerts dan Santika (1987) *dalam* Satriadi dan Widada (2004).

- Volume contoh sebanyak 250 ml dari titik sampling.
- Air sampel disaring dengan kertas saring whatman ukuran pori 0,45 mm
- Panaskan pada oven bersuhu 103-105 ° C selama 1- 2 jam
- Setelah kering dimasukkan kedalam desikator. Langkah selanjutnya adalah kertas saring ditimbang berulang hingga mendapatkan nilai konstan.
- Masukan ke perhitungan (APHA, AWWA, WPCF, 1989) dibawah ini :

$$\text{MPT} = \frac{(a - b) \times 1000}{c} \text{ mg/liter}$$

Keterangan :

- a = Berat kertas saring dan residu setelah pemanasan (mg)
- b = Berat kering filter (mg)
- c = Volume sampel air laut (ml)

7). Salinitas

Salinitas diukur menggunakan water checker tipe *Horiba U10A*.

B). Parameter Kimia

Dalam parameter kimia, variabel yang diukur meliputi :

1). pH

pH perairan diukur dengan menggunakan water checker tipe *Horiba U10A*

2). Oksigen Terlarut

Pengukuran oksigen terlarut pada tiap titik sampling dengan menggunakan water checker tipe *Horiba U10A*.

3). Fosfat.

Analisis fosfat dimaksud untuk mengetahui kandungan unsur hara dalam perairan. Pengukuran fosfat dilakukan menurut petunjuk Boyd (1981).

- Mengambil sampel air sebanyak 25 ml, masuk ke botol sampel.
- Analisis dilakukan dengan menggunakan 5 tetes SnCl_2 pada setiap sampel.
- Larutan didiamkan selama 10 menit. Kemudian larutan tersebut dianalisis menggunakan spektrofotometer Visible.

4). Nitrat

Analisis bertujuan untuk melihat kandungan nitrat sebagai *nutrient* yang berada dalam perairan. Analisis dilakukan menurut petunjuk Suin (1999).

- Sampel air sebanyak 25 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi.

- Tambahkan 2 ml larutan NaCl, aduk perlahan dan masukan kedalam penagas air dingin.
- Tambahkan larutan H₂SO₄ kemudian campur hingga rata.
- Tambahkan 0,5 ml larutan brusin asam sulfanilat, kemudian aduk secara perlahan lahan. Setelah tercampur rata, panaskan selama 20 menit pada suhu 95 °C. Lanjutkan dengan melakukan pendinginan.
- Pengukuran menggunakan spektrofotometer Visible

C). Parameter Biologi

Dalam parameter biologi, variabel yang diukur meliputi :

1). Kepadatan Fitoplankton

Pengambilan sampel dilakukan secara pasif. Air laut di saring dengan plankton net No 25 sebanyak 10 liter. Filtrat yang diperoleh kemudian diawetkan dengan larutan formalin 4 %. Untuk memudahkan dalam identifikasi filtrat diberi lugol sebanyak 1 tetes. Sampel plankton diletakan dalam *sedgewick rafter*. Kemudian jumlah plankton dihitung dengan menggunakan petunjuk APHA (1976).

$$N = T/L \times P/p \times V/v \times 1 / w$$

Keterangan :

- N = Jumlah plankton (individu /l)
- T = Luas gelas penutup (mm^2)
- P = Jumlah plankton tercacah
- L = Luas lapang pandang (mm^2)
- p = Jumlah lapang pandang yang diamati
- V = Volume sampel yang diamati (50 ml)

v = Volume sampel dibawah gelas penutup (*ml*)

w = Volume air yang disaring (10 L)

2). Klorofil-a

Pengukuran klorofil-a dilakukan menurut petunjuk Rosen (1990)

- Sampel air laut dimasukan kedalam botol sampel sebanyak 20 ml.
- Setrifuse pada kecepatan 5000 rpm sebanyak 10 ml dengan durasi 5 menit.

Kemudian supernatannya dibuang dan filtratnya dimasukan kedalam *tissue grinder* dan digiling dalam 10 ml aseton 90 % dan $MgCO_3$ (1 gr/l)

- Kemudian disentrifuse ulang selama 5 menit dan dimasukan kedalam spektrofotometer UV-Vis untuk pembacaan *absorbancenya*. Panjang gelombang yang dipakai 664 nm, 647 nm, dan 630 nm
- Pengukuran konsentrasi klorofil-a dengan rumus :

$$\text{Klorofil-a } \mu\text{g/ml} = 11,85 \times A_{664} - 1,54 \times A_{647} - 0,08 \times A_{630}$$

3.4. Variabel Penelitian

Variabel yang dilihat dalam penelitian ini adalah :

1. Fisika

- a. Kedalaman perairan
- b. Kecerahan air
- c. Suhu perairan
- d. Kecepatan arus
- e. Material dasar perairan
- f. Muatan padatan tersuspensi
- g. Salinitas perairan

2. Kimia

- a. pH
- b. Oksigen terlarut
- c. Fosfat
- d. Nitrat

3. Biologi

- a. Kepadatan fitoplankton
- b. Klorofil-a

3.5. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini, terdiri dari tahapan pembuatan kontur dan pemodelan spasial, dengan penurunan parameter fisika, kimia dan biologi yang didasari pada model *geo-statistik*, yang mengacu pada Hartoko (2000). Tahapan yang berikut adalah analisis kesesuaian perairan dengan pembuatan matrik kesesuaian. Langkah selanjutnya membentuk zona pada lokasi dengan proses *overlay* (Hartoko, 2000). Berikut ini adalah tahapan analisis data:

3.5.1. Pemetaan Kontur dan Pemodelan Spasial

Model *geo-statistik* digunakan sebagai bentuk pemetaan permukaan bumi (biotik dan abiotik) melalui aplikasi statistik. Model ini terdapat perhitungan, terhadap posisi yang dikaitkan dengan parameter ekosistem sehingga dapat menghubungkan garis yang sama nilainya. Untuk menurunkan parameter fisika, kimia dan biologi yang di peroleh, dilakukan dengan mengadopsi model yang dikembangkan oleh Hartoko (2004). Pembangunan model ini didasari pada

transfer data *Geodetic/position* (Degree, Minute, Second /DMS) sehingga mendapatkan nilai tunggal, dengan formula:

$$\text{Nilai numerik (Lat ; Long) = Degree} + \{\text{Minute} + (\text{Second} / 60)\} / 60$$

Piranti lunak *Surfer 32 EXE* digunakan sebagai fasilitas dalam pengolahan data sehingga terbentuk 13 layer dari parameter fisika, kimia dan biologi. *Surfer* adalah salah satu piranti lunak yang dipergunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi yang didasarkan pada *grid*. *Surfer* melakukan pembuatan kontur dengan menggunakan file *grid* sebagai dasar interpolasi dan ekstrapolasi. Proses ini seakan menambah jumlah titik dari jumlah data yang telah ada. Model *kriging* digunakan dalam prosedur interpolasi (Budiyanto, 2005).

3.5.2. Analisis Kesesuaian Perairan untuk Budidaya Laut

Untuk mendapatkan kelas kesesuaian maka dibuat matrik kesesuaian perairan untuk parameter fisika, kimia dan biologi. Penyusunan matrik kesesuaian perairan merupakan dasar dari analisis keruangan melalui skoring dan faktor pembobot.

Hasil skoring dan pembobotan di evaluasi sehingga didapat kelas kesesuaian yang menggambarkan tingkat kecocokan dari suatu bidang untuk penggunaan tertentu. Tingkat kesesuaian dibagi atas empat kelas (Bakosurtanal, 1996) yaitu :

1. Kelas S1 : Sangat Sesuai (*Highly Suitable*)

Daerah ini tidak mempunyai pembatas yang serius untuk menerapkan perlakuan yang diberikan atau hanya mempunyai pembatas yang tidak

berarti atau tidak berpengaruh secara nyata terhadap penggunaannya dan tidak akan menaikkan masukan atau tingkat perlakuan yang diberikan

2. Kelas S2 : Cukup Sesuai (*Moderately Suitable*)

Daerah ini mempunyai pembatas-pembatas yang agak serius untuk mempertahankan tingkat perlakuan yang harus diterapkan. Pembatas ini akan meningkatkan masukan atau tingkat perlakuan yang diperlukan.

3. Kelas S3 : Sesuai Marginal (*Marginally Suitable*)

Daerah ini mempunyai pembatas-pembatas yang serius untuk mempertahankan tingkat perlakuan yang harus diterapkan. Pembatas akan lebih meningkatkan masukan atau tingkatan perlakuan yang diperlukan.

4. Kelas N : Tidak Sesuai (*Not Suitable*)

Daerah ini mempunyai pembatas permanen, sehingga mencegah segala kemungkinan perlakuan pada daerah tersebut.

Pengembangan budidaya laut yang direncanakan terdiri atas tiga kultivan yaitu rumput laut, ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung dan tiram mutiara (*pearls*). Pemilihan tersebut didasari kepada potensi ke tiga jenis kultivan, yang dianggap oleh peneliti sebagai komoditi yang dapat dikembangkan dan telah dibudidayakan pada beberapa lokasi di NTT.

Matrik kesesuaian perairan disusun melalui kajian pustaka dan diskusi *ekspert*, sehingga diketahui variabel syarat yang dijadikan acuan dalam pemberian bobot. Karena itu, variabel yang dianggap penting dan dominan menjadi dasar pertimbangan pemberian bobot yang lebih besar dan variabel yang kurang dominan. Untuk melihat keberadaan variabel diatas, maka hubungan antar

beberapa variabel dominan yang mungkin terjadi terhadap variabel syarat, diperlukan sebagai data penunjang. Hubungan tersebut dianalisis menggunakan model matematika *multiple regression*. Piranti lunak *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) 11.5, dipergunakan sebagai alat bantu analisis. Selanjutnya keberartian dari koefisien korelasi tersebut digunakan petunjuk Sudjana (2002).

Berikut ini adalah matrik kesesuaian perairan untuk pengembangan budidaya laut dari beberapa kultivan di Teluk Kupang.

1). Penilaian untuk Lokasi Budidaya Rumpuk Laut (*Sea Weed*)

a). Variabel Primer

Merupakan syarat utama yang harus dipenuhi untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan. Jika syarat ini tidak terpenuhi dapat menggagalkan usaha budidaya yang diinginkan. Variabel yang termasuk dalam variabel primer adalah :

1. Fosfat dan Nitrat

Variabel fosfat dan nitrat merupakan nutrisi yang diperlukan bagi tumbuhan air dalam pembentukan protein maupun aktivitas metabolisme.

2. Kedalaman Perairan.

Variabel ini dianggap penting karena berkaitan dengan pembangunan instalasi budidaya, maupun keberlangsungan usaha. Pada saat yang sama, perairan yang terlalu dalam memungkinkan kemampuan penetrasi cahaya tidak maksimal. Semakin dalam suatu perairan akan semakin berkurang penetrasi cahaya. Sebaliknya perairan yang terlalu dangkal dapat menyebabkan bervariasinya suhu dan padatan tersuspensi.

3. Kecerahan

Kecerahan merupakan variabel yang berhubungan dengan besarnya penetrasi cahaya kedalam perairan. Energi sinar matahari dibutuhkan oleh *tallus* rumput laut dalam mekanisme fotosintesis. Karena itu, kecerahan sangat penting dalam menentukan lokasi budidaya rumput laut.

4. Kecepatan Arus

Variabel ini dianggap penting karena berkaitan dengan proses pertukaran dan pengangkutan unsur hara, transpor sedimen dan pengrusakan struktur komunitas perairan. Pada saat yang lain, peubah ini penting bagi sistem penjangkaran dan penempelan kotoran pada *tallus* rumput laut.

b). Variabel Sekunder

Variabel ini merupakan syarat optimal yang harus dipenuhi oleh suatu kegiatan usaha budidaya rumput laut. Syarat ini diperlukan bagi kehidupan biota/tumbuhan agar lebih baik. Yang termasuk dalam variabel sekunder adalah :

1. Muatan Padatan Tersuspensi (MPT)

Variabel ini merupakan partikel yang melayang dalam badan air dan dianggap penting, karena dapat mengganggu usaha budidaya dengan beberapa cara, misalnya, perairan menjadi keruh dan rumput laut mudah terserang penyakit.

2. Suhu dan Salinitas

Suhu dan salinitas perairan termasuk dalam variabel sekunder karena kedua variabel ini di perairan selalu berada dalam kondisi yang alami.

Keberadaan variabel ini dilaporkan berubahannya selalu kecil di daerah tropis. Tetapi dengan melihat kondisi lingkungan budidaya rumput laut yang cukup potensial bagi aktifitas pasut, maka keberadaan variabel cukup penting. Perubahan suhu mencapai tingkat ekstrim dapat menyebabkan *tallus* pucat dan berwarna kuning.

c). Variabel Tersier

Variabel ini dianggap sebagai syarat pendukung dimana keberadaannya di perairan, dianggap tidak langsung berpengaruh pada kehidupan kultivan tersebut. Variabel ini dipenuhi, untuk kehidupan biota/tumbuhan secara sempurna. Variabel tersebut adalah :

1. Kepadatan fitoplankton

Fitoplankton dianggap sebagai variabel tersier, karena keberadaannya tidak berhubungan langsung dengan rumput laut. Walaupun demikian fitoplankton merupakan penyusun kesuburan perairan, penyangga kualitas air dan dasar dalam rantai makanan di perairan atau produsen primer (Odum, 1979).

2. Klorofil- a

Variabel ini termasuk tersier karena keberadaannya tidak berhubungan langsung dengan rumput laut. Konsentrasi klorofil-a di perairan mengikuti jenis dan besarnya jumlah fitoplankton. Variabel ini merupakan salah satu indikator dalam penentuan kesuburan perairan. Pada saat yang lain pigmen ini, diperlukan untuk mekanisme fotosintesa mikroalga.

3. Material Dasar Perairan

Variabel ini, berhubungan dengan kebiasaan hidup dan sifat fisiologis. Beberapa kejadian dapat ditoleransi, tetapi untuk keadaan yang ekstrim tidak dapat menghasilkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup biota tersebut dengan baik. Karena itu, rumput laut membutuhkan dasar perairan yang relatif stabil. Alga makro tumbuh di perairan laut yang memiliki substrat keras dan kokoh yang memiliki fungsi sebagai tempat melekat (Dahuri, 2003).

4. Oksigen Terlarut

Variabel oksigen terlarut di perairan dianggap sebagai variabel tersier karena keberadaan variabel ini tidak berhubungan langsung dengan kultivan. Rumput laut hanya membutuhkan oksigen pada kondisi tanpa cahaya. Tetapi pada perairan terbuka dimana pergerakan air dan sirkulasi masih terjadi, oksigen terlarut berada pada kondisi alami. Dengan demikian jarang di jumpai kondisi perairan terbuka yang miskin oksigen (Brotowidjoyo *et al*, 1995).

5. pH

Nilai pH dalam suatu perairan tidak terlepas dari berbagai aktivitas yang terjadi di perairan. Perubahan pH, berakibat pada toksisitas dari bahan-bahan yang bersifat racun dan perubahan komunitas biologi perairan. Tetapi keberadaan pH dalam suatu perairan juga berada dalam nilai-nilai yang alami. Dalam perairan nilai pH relatif konstan karena adanya penyangga cukup kuat dari hasil keseimbangan karbon dioksida, asam

karbonat, karbonat dan bikarbonat yang disebut *buffer* (Black, 1986 ;
Shepherd and Bromage, 1998).

Dengan pembagian syarat-syarat tersebut, maka disusun matrik kesesuaian dengan sistem penilaian pada Tabel 4.

Tabel 4. Sistem Penilaian Kesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut (*sea weed*)

Variabel	Kisaran	Angka Penilaian (A)	Bobot (B)	Skor (AXB)	Sumber
1	2	3	4	5	6
Fosfat (mg/l)	0.2 - 0.5 0.1 - 0,2 & 0.5 - 1 < 0,1 dan >1	5 3 1	3	15 9 3	Romimohtarto (2003)
Nitrat (mg/l)	0.9 - 3.2 0,7 - 0,8 & 3.3 -3,4 <0,7 ; > 3,4	5 3 1	3	15 9 3	DKP (2002) SK Meneg LH No 51 Tahun 2004
Kedalaman Perairan (m)	1 - 10 11-15 < 1 dan >15	5 3 1	3	15 9 3	Radiarta <i>et al</i> (2003)
Kecerahan Perairan (meter)	> 3 1 – 3 <1	5 3 1	3	15 9 3	Radiarta <i>et al</i> (2003)
Kecepatan Arus (cm/detik)	20 - 30 10-20 dan 30 - 40 < 10 dan > 40	5 3 1	3	15 9 3	Radiarta <i>et al</i> (2003) ; DKP (2002)
MPT (mg/l)	< 25 25 – 50 > 50	5 3 1	2	10 6 2	SK Meneg LH No. 51 Tahun 2004
Salinitas Perairan (ppt)	22 - 34 30 - 32 < 30 dan > 34	5 3 1	2	10 6 2	DKP (2002)
Suhu Perairan (° C)	24 - 30 20 - 24 <20 dan >30	5 3 1	2	10 6 2	DKP (2002) Romimohtarto, (2003)
Material Dasar Perairan	Karang Pasir Pasir / berlumpur	5 3 1	1	5 3 1	DKP (2002)
Kepadatan Fitoplankton (sel/l)	> 15.000 & < 5 x 10 ⁵ 2000 - 15000 & 5 x 10 ⁵ - 10 ⁶ < 2000 & > 10 ⁶	5 3 1	1	5 3 1	Basmi (2000) ; Wiadnyana (1998) <i>dalam</i> Haumau (2005)
Klorofil-a (mg/l)	> 10 4 – 10 < 4	5 3 1	1	5 3 1	Effendi (2003)

Oksigen Terlarut (mg/l)	> 6 4 - 6 < 4	5 3 1	1	5 3 1	DKP (2002)
pH	6.5 - 8,5 4 - 6.4 dan 8.5 - 9 <4 dan >9.5	5 3 1	1	5 3 1	Romimohtarto, (2003)
Total Skor				130	

Keterangan :

1. Angka Penilaian berdasarkan petunjuk DKP (2002) yaitu
5 : Baik
3 : Sedang
1 : Kurang
2. Bobot berdasarkan pertimbangan pengaruh variabel dominan.
3. Skor adalah $\sum_{i=1}^n A \times B$

Hasil evaluasi dari sistem penilaian kesesuaian lokasi bagi budidaya rumput laut (*sea weed*) diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Evaluasi Penilaian Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut (*Sea weed*)

No	Kisaran Nilai (Skor) ¹⁾	Tingkat Kesesuaian ²⁾	Evaluasi / Kesimpulan
1	85 – 100 %	S1	Sangat Sesuai
2	75 – 84 %	S2	Sesuai
3	65 – 74 %	S3	Sesuai bersyarat
4	< 65 %	N	Tidak sesuai

Keterangan :

- ¹⁾ : Rekomendasi DKP (2002)
- ²⁾ : Bakosurtanal (1996)

2). Penilaian Lokasi untuk Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Keramba Jaring Apung (Floating Net Cage Culture)

Lokasi pengembangan budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung mempunyai kriteria yang dikelompokkan sebagai berikut :

a). Variabel Primer

Merupakan syarat yang harus dipenuhi dalam usaha pengembangan budidaya baik kelangsungan hidup maupun keberlangsungan usaha. Jika syarat ini tidak terpenuhi dapat menyebabkan kegagalan dari usaha budidaya yang diinginkan. Variabel primer tersebut terdiri dari :

1. Kecepatan Arus

Variabel ini dianggap penting karena berkaitan dengan proses pertukaran oksigen dan sisa metabolisme, penyebaran plankton, dan transpor sedimen. Kecepatan arus juga berdampak langsung pada penempelan *biofouling* pada jaring dan rusaknya instalasi budidaya bahkan dapat menghanyutkannya.

2. Muatan Padatan Tersuspensi (MPT)

Variabel ini dianggap penting karena berada dalam badan air dan dapat mengganggu kegiatan budidaya dengan beberapa cara, seperti, perairan menjadi keruh yang berakibat pada rendahnya penetrasi cahaya, kultivan lebih mudah terserang parasit dan penyakit, maupun kerusakan fisik (insang) ikan.

3. Kedalaman Perairan.

Variabel ini dianggap penting karena berkaitan dengan penetrasi cahaya, akumulasi sisa pakan dan kerusakan jaring. Kedalaman juga memberikan ruang cukup bagi penempatan instalasi budidaya baik terhadap jaring maupun penguraian sisa pakan dan hasil metabolisme.

b). Variabel Sekunder

Variabel ini merupakan syarat optimal yang harus dipenuhi oleh suatu kegiatan usaha budidaya. Syarat ini diperlukan oleh biota, agar kehidupan lebih baik. Variabel tersebut meliputi :

1. Oksigen Terlarut

Variabel ini berhubungan dengan proses respirasi ikan (pengikatan oksigen oleh darah) untuk berbagai reaksi metabolisme. Walaupun demikian dianggap sebagai syarat optimal karena dalam perairan terbuka oksigen terlarut biasanya berada pada kondisi yang alami, sehingga jarang dijumpai kondisi perairan terbuka yang miskin oksigen terlarut (Brotowidjoyo *et al*, 1995).

2. Kecerahan

Kecerahan dianggap penting sebagai syarat hidup normal, karena berhubungan dengan kemampuan ikan melihat dan mengambil makanan. Pada saat yang lain, kecerahan juga juga membantu kegiatan fotosintesa sehingga ketersediaan oksigen terlarut dapat terjaga.

3. Suhu dan Salinitas

Ikan merupakan hewan poikiloterm yang mana suhu tubuhnya naik turun sesuai dengan suhu lingkungan (Brotowidjoyo *et al*, 1995). Perubahan suhu dan salinitas memaksa ikan melakukan adaptasi. Karena maksud tersebut, membuat semakin banyak energi yang digunakan. Karena itu ke dua variabel ini penting untuk kehidupan normal ikan. Secara umum suhu perairan nusantara mempunyai perubahan suhu baik harian maupun

tahunan biasanya berkisar antara 27°C – 32°C dan ini tidak berpengaruh terhadap kegiatan budidaya (Romimohtarto, 2003).

4. Material Dasar Perairan

Variabel ini dipenuhi karena berhubungan dengan kebiasaan hidup dan sifat fisiologis (penyesuaian mekanisme organ ikan). Suatu organisme akan berkembang dengan baik jika berada pada habitat yang disukainya. Material dasar perairan juga berhubungan dengan instalasi yang dibangun baik terhadap sistem penjangkaran maupun terhadap penguraian hasil metabolisme.

c). Variabel Tersier

Variabel dianggap sebagai pendukung kegiatan budidaya karena keberadaannya di perairan, tidak berhubungan langsung dengan kehidupan kultivan. Syarat ini dipenuhi untuk kehidupan biota secara sempurna. Variabel tersebut meliputi :

1. Kepadatan fitoplankton

Variabel ini dianggap penting sebagai syarat optimal, karena merupakan penyusun kesuburan perairan. Walaupun dalam budidaya intensif *input* pakan memegang peranan penting, tetapi variabel ini masih berguna pada beberapa stadia dari kultivan ini. Sebagai pakan alami, fitoplankton mempunyai peran ganda, yakni berfungsi sebagai penyangga kualitas air dan dasar dalam rantai makanan di perairan atau produsen primer (Odum, 1979).

2. Klorofil-a

Klorofil-a dianggap variabel tersier karena tidak berhubungan langsung dengan kultivan yang hendak dibudidayakan. Tetapi variabel ini merupakan salah satu penyusun kesuburan perairan dan membantu ketersediaan oksigen terlarut di perairan melalui kegiatan fotosintesa.

3. pH

Keberadaan pH dalam perairan dianggap sebagai variabel tersier karena pada umumnya perairan, nilai pH berdampak proses biokimia perairan dan komunitas biologi perairan. Nilai pH perairan akan relatif konstan karena adanya penyangga cukup kuat dari hasil keseimbangan karbon dioksida, asam karbonat, karbonat dan bikarbonat yang disebut *buffer* (Black, 1986 ; Shepherd and Bromage, 1998).

4. Fosfat dan Nitrat

Variabel fosfat dan nitrat merupakan nutrien yang diperlukan bagi tumbuhan air terutama fitoplankton. Karena itu, keduanya tidak mempunyai hubungan langsung dengan kultivan yang hendak dibudidayakan, maka dianggap sebagai syarat pendukung.

Dengan pembagian syarat-syarat tersebut, maka disusun matrik kesesuaian dengan sistem penilaian pada Tabel 6.

Tabel 6. Sistem Penilaian Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Keramba Jaring Apung

Parameter	Kisaran	Angka Penilaian (A)	Bobot (B)	Skor (A xB)	Sumber
1	2	3	4	5	6
Kecepatan Arus (cm/detik)	20-50 10 – 19 dan 51- 75 < 10 dan >75	5 3 1	3	15 9 3	Gufron dan Kordi (2005) ; DKP (2002)
MPT (Mg/l)	< 25 26 - 50 >50	5 3 1	3	15 9 3	SK. Meneg. LH, No. 51 Tahun 2004
Kedalaman Perairan (meter)	15 – 25 5 -15 dan 26 – 35 < 5 dan > 35	5 3 1	3	15 9 3	DKP (2003) Radiarta <i>et al</i> (2003)
Material Dasar Perairan	Berpasir dan Pecahan Karang Pasir berlumpur Lumpur	5 3 1	2	10 6 2	Radiarta <i>et al</i> (2003)
Oksigen Terlarut (mg/l)	> 6 4 – 6 < 4	5 3 1	2	10 6 2	Bakosurtanal (1996) ; Wibisono (2005)
Kecerahan Perairan (meter)	> 5 3 – 5 < 3	5 3 1	2	10 6 2	DKP (2002) Radiarta <i>et al</i> (2003)
Suhu Perairan (° C)	28 – 30 25 – 27 dan 31 – 32 <25 dan >32	5 3 1	2	10 6 2	DKP (2002) ; DKP (2003) ; Romimohtarto, (2003)
Salinitas Perairan (ppt)	30 - 35 20 – 29 < 20 dan > 35	5 3 1	2	10 6 2	Radiarta <i>et al</i> (2003) ; SNI : 01 – 6487.3-2000.
Kelimpahan Fitoplankton (sel/l)	> 15.000 & < 5 x 10 ⁵ 2000 - 15000 dan 5 x 10 ⁵ -10 ⁶ < 2000 & > 10 ⁶	5 3 1	1	5 3 1	Basmi, 2000 ; Wiadnyana (1998) <i>dalam</i> Haumau (2005)
Klorofil-a (mg/l)	> 10 4 – 10 < 4	5 3 1	1	5 3 1	Effendi (2003)
pH	6.5 – 8,5 4 – 6.4 dan 8.5 – 9 <4 dan >9.5	5 3 1	1	5 3 1	Bakosurtanal (1996) ; Romimohtarto (2003)
Fosfat (mg/l)	0, 2 – 0,5 0, 6 – 0,7 < 0,2 dan > 0,8	5 3 1	1	5 3 1	Romimohtarto, (2003)
Nitrat (mg/l)	0.9 - 3.2 0,7 - 0,8 & 3.3 -3,4 <0,7 ; > 3,4	5 3 1	1	5 3 1	DKP (2002) ; SK Meneg LH No 51 Tahun 2004
Total Skor				120	

Keterangan :

1. Angka Penilaian berdasarkan petunjuk DKP (2002) yaitu
 - 5 : Baik
 - 3 : Sedang
 - 1 : Kurang
2. Bobot berdasarkan pertimbangan pengaruh variabel dominan.
3. Skor adalah $\sum_{i=1}^n = A \times B$

Hasil evaluasi dari sistem penilaian kesesuaian lokasi budidaya ikan kerapu pada keramba jaring apung diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Evaluasi Penilaian Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Keramba Jaring Apung

No	Kisaran Nilai (Skor) ¹⁾	Tingkat Kesesuaian ²⁾	Evaluasi / Kesimpulan
1	85 – 100 %	S1	Sangat Sesuai
2	75 – 84 %	S2	Sesuai
3	65 – 74 %	S3	Sesuai bersyarat
4	< 65 %	N	Tidak sesuai

Keterangan :

¹⁾: Rekomendasi DKP (2002)

²⁾: Bakosurtanal (1996)

3). Penilaian Lokasi untuk Budidaya Tiram Mutiara

Lokasi budidaya tiram mutiara mempunyai kriteria yang dikelompokkan sebagai berikut :

a). Variabel Primer

Merupakan syarat utama yang harus dipenuhi untuk kelangsungan hidup suatu biota dan pengembangannya. Jika syarat ini tidak terpenuhi dapat menggagalkan usaha budidaya yang diinginkan. Variabel tersebut terdiri atas :

1. Kecepatan Arus

Variabel ini dianggap penting karena berkaitan dengan proses pertukaran oksigen, penyebaran plankton, dan transpor sedimen. Selain itu, variabel ini juga berkaitan dengan kerusakan struktur komunitas perairan, penempelan *biofouling* pada keranjang dan pengrusakan instalasi budidaya.

2. Muatan Padatan Tersuspensi (MPT)

Variabel ini dianggap penting karena dapat mengganggu budidaya dengan beberapa cara, seperti, perairan menjadi keruh, kerusakan organ pernapasan, dan mudah terserang parasit dan penyakit.

3. Kedalaman Perairan.

Variabel ini penting karena dianggap berkaitan dengan penetrasi cahaya, penyebaran plankton. Disamping habitat hidup tiram mutiara yang cukup dalam, diharapkan dengan kedalaman tertentu dapat membuat suasana perairan lebih gelap. Pada saat yang sama, kedalaman juga memegang peranan terhadap biaya yang diinvestasikan.

4. Kepadatan fitoplankton

variabel ini dianggap penting sebagai syarat utama, karena merupakan sumber pakan utama bagi tiram mutiara. Disamping sebagai pakan alami, fitoplankton mempunyai peran lain yakni berfungsi sebagai penyangga kualitas air.

b). Variabel Sekunder

Variabel ini merupakan syarat optimal yang harus dipenuhi oleh kegiatan budidaya tiram mutiara. Syarat ini diperlukan bagi kehidupan biota agar lebih baik. Variabel tersebut meliputi :

1. Oksigen Terlarut

Variabel ini berhubungan dengan proses respirasi tiram mutiara (pengikatan oksigen oleh darah) untuk berbagai reaksi metabolisme. Walaupun demikian dianggap sebagai syarat optimal karena dalam perairan terbuka oksigen terlarut biasanya berada pada kondisi yang alami, sehingga jarang dijumpai kondisi perairan terbuka yang miskin oksigen terlarut (Brotowidjoyo *et al*, 1995).

2. Salinitas Perairan

Perubahan salinitas dapat berpengaruh terhadap fungsi fisiologis tiram mutiara, baik pada sistem osmoregulasi, tingkah laku dan *feeding habit*. Untuk tiram mutiara secara alami dapat hidup pada habitat yang bersalinitas cukup tinggi.

3. Kecerahan

Variabel ini penting karena dianggap berkaitan dengan penetrasi cahaya. Pembukaan dan penutupan cangkang tiram mutiara, tergantung pada lama penyinaran. Agar organisme ini merasa lebih nyaman maka suasana pemeliharaan harus lebih gelap, dengan tujuan agar cangkang lebih terbuka dan proses filtrasi pakan dapat berjalan secara maksimal dan alami.

4. Suhu

Perubahan suhu memegang penting dalam aktifitas biofisiologi, misalnya, aktivitas filtrasi dan metabolisme. Pada kondisi suhu yang rendah, tiram mutiara akan melakukan metamorfosis dan melekatkan diri. Perubahan suhu yang terjadi secara ekstrim, dapat menyebabkan kematian larva mutiara.

5. Material Dasar Perairan

Variabel ini dipenuhi karena berhubungan dengan kebiasaan hidup dan sifat fisiologis. Suatu organisme akan berkembang dengan baik jika berada pada habitat yang disukainya.

c). Variabel Tersier

Variabel ini dianggap sebagai syarat pendukung yang keberadaannya di perairan dianggap alami dan tidak berhubungan langsung dengan kultivan. Syarat ini dipenuhi untuk kehidupan biota secara sempurna. Variabel tersebut meliputi :

1. Klorofil-a

Variabel ini dianggap pendukung karena tidak berhubungan langsung dengan kultivan yang hendak dibudidayakan. Tetapi variabel ini merupakan penyusun kesuburan perairan dimana keberadaannya bersama sama dengan fitoplankton membantu ketersediaan oksigen terlarut di perairan melalui mekanisme fotosintesa.

2. pH

Keberadaan pH dalam perairan penting terhadap toksitas dari bahan-bahan yang bersifat racun. Naik turunnya nilai pH perairan merupakan akibat dari aktivitas-aktivitas yang terjadi di perairan. Variabel ini

dianggap sebagai pendukung karena pada umumnya di perairan, nilai pH perairan akan relatif konstan karena adanya penyangga cukup kuat dari hasil keseimbangan karbon dioksida, asam karbonat, karbonat dan bikarbonat yang disebut *buffer* (Black, 1986 ; Shepherd and Bromage, 1998).

3. Fosfat dan Nitrat

Variabel fosfat dan nitrat merupakan nutrisi yang diperlukan bagi tumbuhan air terutama fitoplankton. Karena itu, keduanya tidak mempunyai hubungan langsung dengan kulturan yang hendak dibudidayakan, maka dianggap sebagai syarat pendukung.

Dengan pembagian syarat-syarat tersebut, maka disusun matrik kesesuaian dengan sistem penilaian pada Tabel 8.

Tabel 8. Sistem Penilaian Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Tiram Mutiara

Parameter	Kisaran	Angka Penilaian (A)	Bobot (B)	Skor (A x B)	Sumber
1	2	3	4	5	6
Kecepatan Arus (cm/detik)	15 - 25 10 – 15 dan 25 - 30 < 10 dan >30	5 3 1	3	15 9 3	DKP (2002)
MPT (Mg/l)	< 25 26 - 50 >50	5 3 1	3	15 9 3	SK Meneg. LH No 51 Tahun 2004
Kedalaman Perairan (meter)	10 – 20 21 - 30 < 10 dan > 30	5 3 1	3	15 9 3	Radiarta <i>et al</i> (2003)
Kelimpahan Fitoplankton (sel/l)	> 15.000 & < 5 x 10 ⁵ 2000 - 15000 dan 5 x 10 ⁵ -10 ⁶ < 2000 & > 10 ⁶	5 3 1	3	15 9 3	Basmi, 2000 ; Wiadnyana (1998) dalam Haumau (2005)
Material Dasar Perairan	Berkarang Pasir Pasir berlumpur	5 3 1	2	10 6 2	DKP (2002) ; Winanto (2002)

Oksigen Terlarut (mg/l)	> 6 4 – 6 < 4	5 3 1	2	10 6 2	Bakosurtanal (1996) ; Wibisono (2005)
Kecerahan Perairan (meter)	4,5 – 6,5 3,5-4,4 dan 6,6-7,7 < 3,5 dan > 7,7	5 3 1	2	10 6 2	DKP (2002) Radiarta <i>et al</i> (2003)
Salinitas Perairan (ppt)	32 - 35 28 – 31 dan 36- 38 < 28 dan > 38	5 3 1	2	10 6 2	Radiarta <i>et al</i> (2003) ; DKP (2002)
Suhu Perairan (° C)	28 – 30 25 – 27 dan 31 – 32 <25 dan >32	5 3 1	2	10 6 2	DKP (2002) ; DKP (2003) ; Winanto (2002)
Klorofil-a (mg/l)	> 10 4 – 10 < 4	5 3 1	1	5 3 1	Effendi (2003)
pH	7 – 8 5 - 6 dan > 8 – 9 < 5 dan > 9	5 3 1	1	5 3 1	Bakosurtanal (1996) ; DKP (2002) ; Winanto (2002)
Fosfat (mg/l)	0, 2 – 0,5 0, 6 – 0,7 < 0,2 dan > 0,8	5 3 1	1	5 3 1	Bakosurtanal, 1996 Romimohtarto (2003)
Nitrat (mg/l)	0,25 – 0, 66 0.9 - 3.0 <0,25 ; > 3,0	5 3 1	1	5 3 1	DKP (2002) ; Winanto (2002)
Total Skor				130	

Keterangan :

1. Angka Penilaian berdasarkan petunjuk DKP (2002) yaitu
5 : Baik
3 : Sedang
1 : Kurang
2. Bobot berdasarkan pertimbangan pengaruh variabel dominan.
3. Skor adalah $\sum_{i=1}^n = A \times B$

Hasil evaluasi dari sistem penilaian kesesuaian bagi lokasi budidaya tiram mutiara diperlihatkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Evaluasi Penilaian Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Tiram Mutiara

No	Kisaran Nilai (Skor) ¹⁾	Tingkat Kesesuaian ²⁾	Evaluasi / Kesimpulan
1	85 – 100 %	S1	Sangat Sesuai
2	75 – 84 %	S2	Sesuai
3	65 – 74 %	S3	Sesuai bersyarat
4	< 65 %	N	Tidak sesuai

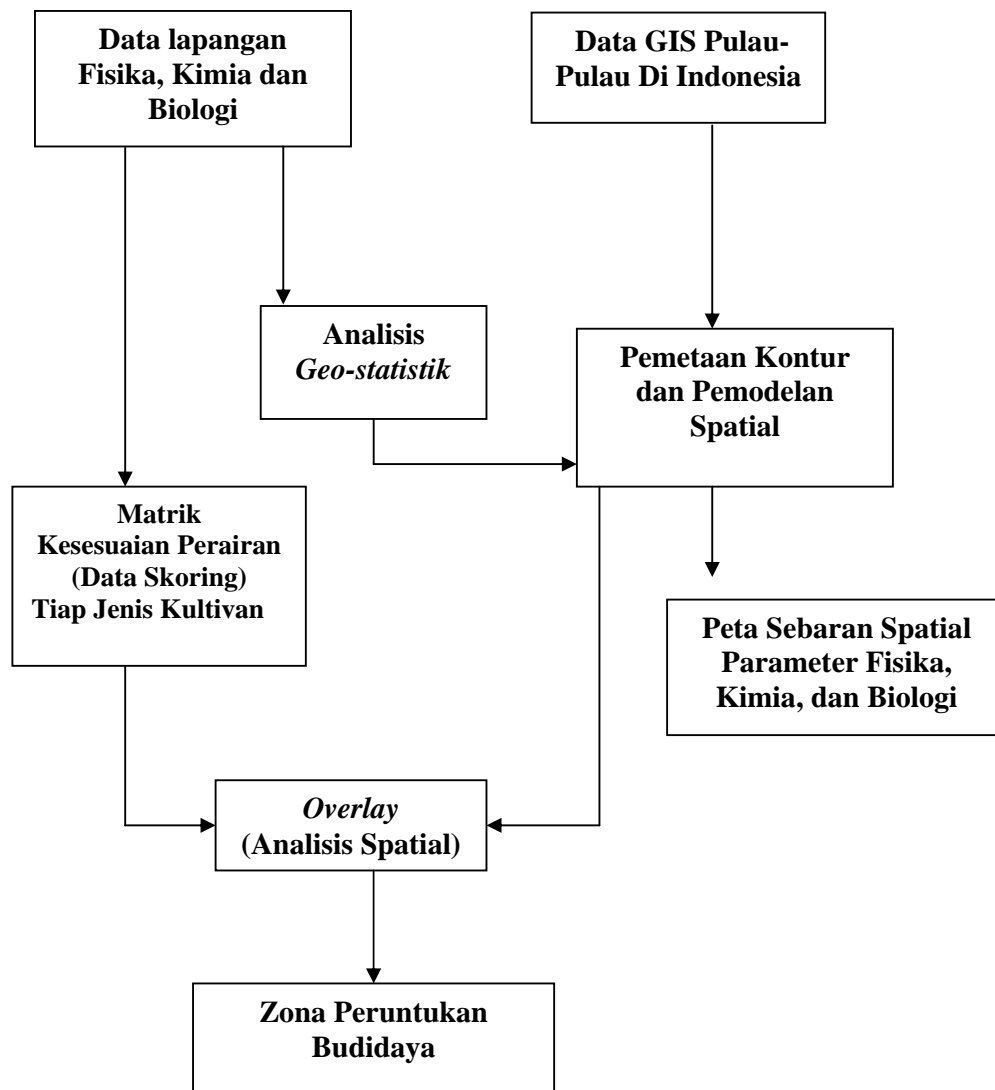
Keterangan :

¹⁾: Rekomendasi DKP (2002)

²⁾: Bakosurtanal (1996)

Selanjutnya untuk mendapatkan peta yang menggambarkan lokasi pengembangan budidaya dilakukan proses *gridding* terhadap nilai skor dari keseluruhan variabel parameter fisika, kimia dan biologi pada setiap koordinat. Proses ini disusun berdasarkan gabungan kelas kesesuaian yang setingkat. Kemudian dilanjutkan dengan proses *overlay* untuk membentuk plot peta zona peruntukan budidaya laut dari tiga kultivan diatas.

Proses analisis secara singkat diperlihatkan dengan diagram alir tahapan analisis data pada Ilustrasi. 2, dibawah ini.



Ilustrasi 2. Bagan Alir Tahapan Analisis Data

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Keadaan Umum

Perairan di Nusa Tenggara Timur merupakan pintu keluar arus lintas Indonesia (Naulita, 2001) dan mempunyai dua masa air, yang bergerak dari Samudera Hindia (selatan) dengan kadar oksigen terlarut yang rendah dan suhu serta salinitas yang tinggi. Kemudian masa air yang kedua, bergerak dari laut Banda, dengan kondisi sebaliknya (Wouthuyzen, 1995). Wilayah pesisir Teluk Kupang cukup luas, agak tertutup dan relatif terlindung dari pengaruh gelombang yang besar karena terhalang oleh pulau Semaun dan pulau Kera. Sedangkan pasang surut yang terjadi di perairan sekitar Teluk Kupang adalah satu kali air pasang dan satu kali air surut, yang merupakan tipe *diurnal* dengan tunggang pasang sekitar 180 cm.

Perairan Teluk Kupang didukung oleh ekosistem terumbu karang (*coral reef*) dan lamun (*sea grass*) yang berada dibagian barat Teluk Kupang termasuk perairan pulau Kera. Sedangkan sebelah timur wilayah pesisir Teluk Kupang ditemukan ekosistem mangrove. Ekosistem tersebut, menurut Supriharyono (2000) merupakan parameter produktivitas suatu perairan.

Hasil kajian ilmiah terhadap beberapa sumberdaya ekonomis penting seperti disebutkan di atas, wilayah perairan NTT mempunyai 135 jenis terumbu karang, 200 jenis ikan (baik pelagis maupun dimersal), 15 jenis mangrove, 10 jenis lamun, 5 jenis rumput laut (*sea weed*), 12 jenis kerang-kerangan, dan 11 jenis udang-udangan. Sayangnya sumberdaya yang ada terutama ikan, baru

dimanfaatkan sekitar 32 % (Dinas Perikanan, 2002 *dalam* Bappeda NTT, 2004). Keberadaan sumberdaya ini, bisa menjadi patokan ketersediaan benih dari alam yang melimpah, selain *hatchery* beberapa kultivan ekonomis penting, misalnya, ikan kerapu dan tiram mutiara yang telah dibangun di propinsi NTT baik oleh pemerintah maupun swasta.

Topografi daratan di sekitar Teluk Kupang relatif landai, dan sebagian besar tutupan lahannya, terdiri atas susunan batuan aluvium dan gamping. Daerah ini pada umumnya beriklim kering dengan curah hujan sangat kecil, dimana intensitas tertinggi terjadi pada bulan Januari sampai Maret, menyebabkan musim kemarau lebih panjang (Pusat Pengembangan Geologi Kelautan, 1996). Kondisi tersebut, menyebabkan sungai-sungai di NTT bersifat *interniten*. Sumbangan *nutrient* terbanyak berasal dari *run off* sungai-sungai yang *interniten* dan bermuara di Teluk Kupang seperti di Tanjung Barate, Nun Kurus, Bipolo, Tarus, Oesao dan Tuapukan (Bappeda, 2004)

Dilihat dari aspek sosial dan ekonomi, wilayah pesisir Teluk Kupang merupakan daerah pemukiman, dan pusat kegiatan perikanan tradisional Kabupaten/Kodya Kupang. Daerah pemukiman penduduk, sebagian besar terpusat di bagian selatan pesisir Teluk Kupang. Komunitas penduduk di pesisir Teluk Kupang tersebut jika dialihkan menjadi budidayawan, akan menjadikan budidaya tidak kekurangan tenaga kerja. Sedangkan tenaga kerja yang mempunyai keahlian budidaya juga telah dipenuhi oleh beberapa perguruan tinggi negeri maupun swasta di propinsi ini.

Pendukung aksesibilitas berupa fasilitas jalan tersedia secara baik, yang meliputi seluruh pesisir Teluk Kupang. Disamping itu, tersedia pelabuhan laut

dan bandar udara, *cool storage*, dan tempat pengolahan ikan, dapat mempermudah akses penyediaan benih, pemasaran produksi dan penyediaan sarana produksi. Provinsi Nusa Tenggara Timur juga berbatasan dengan negara Timor Leste dan Australia. Kenyataan ini membuat NTT mempunyai pangsa pasar strategis dan menguntungkan, dimana hasil-hasil perikanannya dapat langsung dipasarkan dengan biaya pengiriman (*cargo*) yang relatif kecil.

Untuk merencanakan pengelolaan pesisir yang bertanggung jawab dan berkelanjutan, oleh Pemda NTT telah mengupayakan penataan wilayah pesisir termasuk Teluk Kupang. Wilayah pesisir Teluk Kupang dalam pengelolaannya dibagi atas empat zona yaitu zona pemanfaatan umum, zona konservasi, zona penggunaan khusus dan zona alur. Letak zona pemanfaatan umum terletak didalam Teluk Kupang (Lampiran 2).

4.2. Lokasi Titik Sampling

Pengambilan data parameter fisika, kimia dan biologi, dilakukan bulan Mei tahun 2006, pada saat wilayah Nusa Tenggara Timur berada dalam musim Timur. Lokasi pengambilan sampel sebanyak 16 titik dan posisi pengambilan dicatat dengan bantuan *Global Positioning System* (GPS) (Lampiran 3). Posisi pengambilan sampel dengan format *latitude* dan *longitude* diperlihatkan pada Tabel 10.

Tabel. 10. Koordinat Titik Sampling pada *Global Positioning System* (GPS)

NO	NAMA LOKASI	GEODETIC	
		LATITUDE (Lintang)	LONGITUDE (Bujur)
1	Tode Kisar	10 09' 15.0"	123 35' 01.1"
2	Pasir Panjang	10 08' 35.0"	123 36' 51.1"
3	Oesapa	10 08' 23.2"	123 38' 10.04"
4	Manikin	10 06' 46.4"	123 40' 30.7"
5	Oebelo	10 05' 49.6"	123 42' 13.2"
6	Bipolo dan Pariti	10 03' 42.0"	123 42' 38.5"
7	Bipolo dan Pariti	10 03 ' 44.3"	123 41' 30.3"
8	Oehendak	10 01' 52.1"	123 40' 01.3"
9	Pulau Burung	10 01' 32.7"	123 38' 41.6"
10	Pulau Tikus	10 03' 11.2"	123 36' 53.6"
11	Tg Sulamu	10 02' 59.7"	123 35' 28.4"
12	Sulamu (Nawen)	10 01' 57.4"	123 34' 51.7"
13	Pulau Kera	10 05' 46.6"	123 33' 20.8"
14	Semau (Tg Kulun)	10 07' 25.3"	123 27' 42.6"
15	Semau (Oeasa)	10 08' 04.7"	123 27' 58.2"
16	Semau (Kobalain)	10 09' 32.4"	123 28' 46.6"

Sumber : Hasil Penelitian 2006

4.3. Distribusi Spatial Parameter Fisika, Kimia dan Biologi di Perairan Teluk Kupang

Penurunan parameter fisika, kimia dan biologi di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang dilakukan dengan mengadopsi model *Geodetic/position* yang dikembangkan oleh Hartoko (2004). Transfer data koordinat *longitude* dan *latitude* ke dalam nilai tunggal diperlihatkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai Tunggal Hasil Tranfer Berdasarkan Model *Geodetic/position*

NO	NAMA LOKASI	LATITUDE (Lintang)	LONGITUDE (Bujur)	LATITUDE TERKOREKSI	LONGITUDE TERKOREKSI
1	Tode Kisar	10 09' 15.0"	123 35' 01.1"	- 10.154	123.584
2	Pasir Panjang	10 08' 35.0"	123 36' 51.1"	- 10.143	123.614
3	Oesapa	10 08' 23.2"	123 38' 10.04"	- 10.140	123.636
4	Manikin	10 06' 46.4"	123 40' 30.7"	- 10.113	123.675
5	Oebelo	10 05' 49.6"	123 42' 13.2"	- 10.097	123.704
6	Bipolo dan Pariti	10 03' 42.0"	123 42' 38.5"	- 10.062	123.694
7	Bipolo dan Pariti	10 03 ' 44.3"	123 41' 30.3"	- 10.062	123.675
8	Oehendak	10 01' 52.1"	123 40' 01.3"	- 10.031	123.634
9	Pulau Burung	10 01' 32.7"	123 38' 41.6"	- 10.026	123.612
10	Pulau Tikus	10 03' 11.2"	123 36' 53.6"	- 10.053	123.598
11	Tg Sulamu	10 02' 59.7"	123 35' 28.4"	- 10.050	123.575
12	Sulamu (Nawen)	10 01' 57.4"	123 34' 51.7"	- 10.033	123.564
13	Pulau Kera	10 05' 46.6"	123 33' 20.8"	- 10.096	123. 556
14	Semau (Tg Kulun)	10 07' 25.3"	123 27' 42.6"	- 10.124	123.462
15	Semau (Oeasa)	10 08' 04.7"	123 27' 58.2"	- 10.135	123.466
16	Semau (Kobalain)	10 09' 32.4"	123 28' 46.6"	- 10.159	123.480

Sumber : Hasil Penelitian 2006

Hasil transfer pada Tabel 11, dipergunakan sebagai *input* posisi guna mendapatkan peta sebaran spatial dari setiap variabel yang diukur, dengan melakukan penggabungan terhadap tiap-tiap variabel tersebut. Hasil pengukuran terhadap parameter fisika, kimia dan biologi di perlihatkan pada Tabel. 12.

Tabel 12. Hasil Pengukuran Parameter Fisika, Kimia dan Biologi di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang

No	Koordinat		Kedalaman (m)	Kecerahan (m)	Arus (m/dt)	Salinitas (ppt)	Oksigen Terlarut (ppm)	pH	Suhu (° C)
	Lintang (Latitude)	Bujur (Longitude)							
1	-10.154	123.584	6.50	5	0.059	32.05	8.54	8.30	27.80
2	-10.143	123.614	16	12	0.067	33.00	7.95	8.35	26.00
3	-10.140	123.636	9	7	0.074	32.15	8.74	8.37	28.10
4	-10.113	123.675	6	4	0.065	36.65	7.53	8.51	27.40
5	-10.097	123.704	5	3	0.084	37.80	7.88	8.47	27.90
6	-10.062	123.694	7	3.5	0.163	38.20	7.36	8.59	27.28
7	-10.062	123.675	10.5	5.5	0.192	37.85	6.85	8.56	27.25
8	-10.031	123.634	11.5	7	0.236	37.90	6.97	8.57	27.10
9	-10.026	123.612	7	4	0.223	38.15	7.89	8.55	26.55
10	-10.053	123.598	25	11	0.071	32.20	7.73	8.29	28.45
11	-10.050	123.575	9	9	0.115	32.45	7.33	8.30	27.75
12	-10.033	123.564	8.50	8.5	0.147	32.60	7.53	8.29	27.98
13	-10.096	123.556	7	7	0.238	32.20	7.10	8.30	27.55
14	-10.124	123.462	13	13	0.071	32.00	7.02	8.01	28.03
15	-10.135	123.466	7	7	0.074	31.50	7.41	7.97	28.04
16	-10.159	123.480	5.50	5.50	0.073	32.55	7.45	8.16	28.10
Jumlah Total			153.500	112	1.952	549.250	121.280	133.590	441.280
Rata-Rata			9.594	7.000	0.122	34.328	7.580	8.349	27.580
Standar Deviasi			5.057	3.033	0.067	2.782	0.531	0.190	0.636

Sumber : Hasil Penelitian, 2006

Tabel. 12 (lanjutan). Hasil Pengukuran Parameter Fisika, Kimia dan Biologi di Perairan
Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang

No	Koordinat		MPT (mg/l)	Fosfat (mg/l)	Nitrat (mg/l)	Klorofil-a (mg/l)	Kepadatan Fitoplankton (sel/l)	Material Dasar Perairan
	Lintang (Latitude)	Bujur (Longitude)						
1	-10.154	123.584	238	0.176	0.428	0.035	163280	Pasir
2	-10.143	123.614	280	0.435	0.207	0.034	169560	Pasir berlempung
3	-10.140	123.636	180	0.170	0.207	0.035	141300	Lempung berpasir
4	-10.113	123.675	304	0.287	0.026	0.033	106760	Liat
5	-10.097	123.704	220	0.202	0.912	0.037	210380	Lempung berpasir
6	-10.062	123.694	262	0.146	3.102	0.033	135020	Debu
7	-10.062	123.675	249	0.149	0.752	0.034	166420	Debu
8	-10.031	123.634	311	0.081	0.145	0.036	131880	Lempung berdebu
9	-10.026	123.612	305	0.165	2.147	0.035	144440	Debu
10	-10.053	123.598	260	0.115	4.134	0.035	210380	Pasir
11	-10.050	123.575	180	0.219	0.413	0.036	157000	Pasir
12	-10.033	123.564	183	0.140	0.863	0.033	153860	Pasir dan koral *)
13	-10.096	123.556	269	0.136	3.270	0.037	138160	Pasir
14	-10.124	123.462	271	0.146	0.288	0.036	135020	Pasir dan Koral *)
15	-10.135	123.466	271	0.173	0.294	0.033	119320	Pasir dan koral *)
16	-10.159	123.480	259	0.152	0.291	0.035	116180	Pasir dan koral *)
Jumlah Total			4042	2.892	17.479	0.557	2398960.00	
Rata-Rata			252.625	0.181	1.092	0.035	149935.0000	
Standar Deviasi			42.703	0.082	1.311	0.001	29622.701	

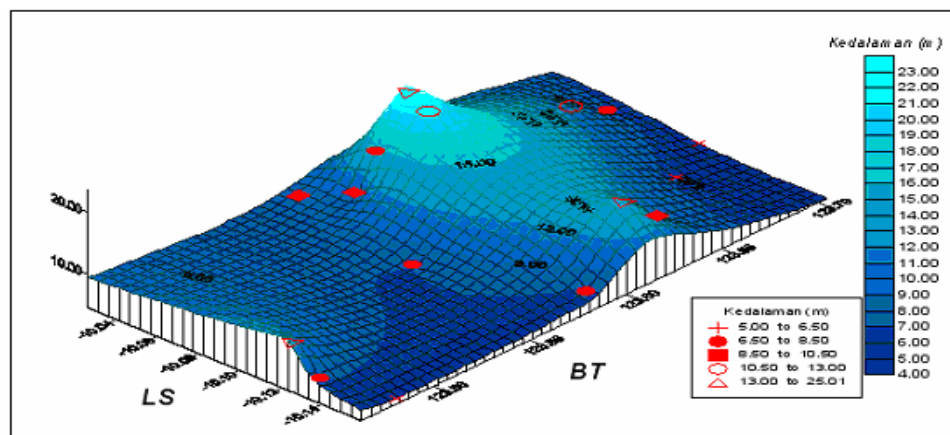
Sumber : Hasil Penelitian, 2006

*) : Pusat Pengembangan Geologi Kelautan Bandung, 1996 ; Bappeda NTT, 2004.

4.3.1. Kedalaman Perairan

Hasil pengukuran kedalaman perairan pada titik sampling di zona pemanfaatan umum Teluk Kupang berkisaran antara 5 m sampai 25 m, dengan nilai rata-rata sebesar 9.59 m \pm SD 5.057 (Tabel 12). Nilai kedalaman tertinggi berada pada koordinat 10 03' 11.2" LS dan 123 36' 53.6" BT, sedangkan terendah berada pada koordinat 10 05' 49.6" LS dan 123 42' 13.2" BT. Perbedaan kedalaman perairan Teluk Kupang pada lokasi sampling, diduga disebabkan oleh relief dasar laut. Topografi daerah pesisir Teluk Kupang dari darat ke arah laut umumnya landai, kemudian diikuti *tubir* (bahasa setempat disebut "posing") yang menjorok tajam ke dasar laut. Menurut Wibisono, (2005) relief dasar laut mempengaruhi kedalaman suatu perairan.

Kedalaman perairan diatas memperlihatkan kisaran nilai yang mendukung bagi kegiatan budidaya laut, terutama bagi rumput laut dan ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung. Tetapi bagi lokasi budidaya tiram mutiara, kisaran kedalaman tersebut kurang mendukung. Sebaran kedalaman sampling diperlihatkan pada Ilustrasi 3.



Ilustrasi 4. Sebaran Kedalaman Sampling (m) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.

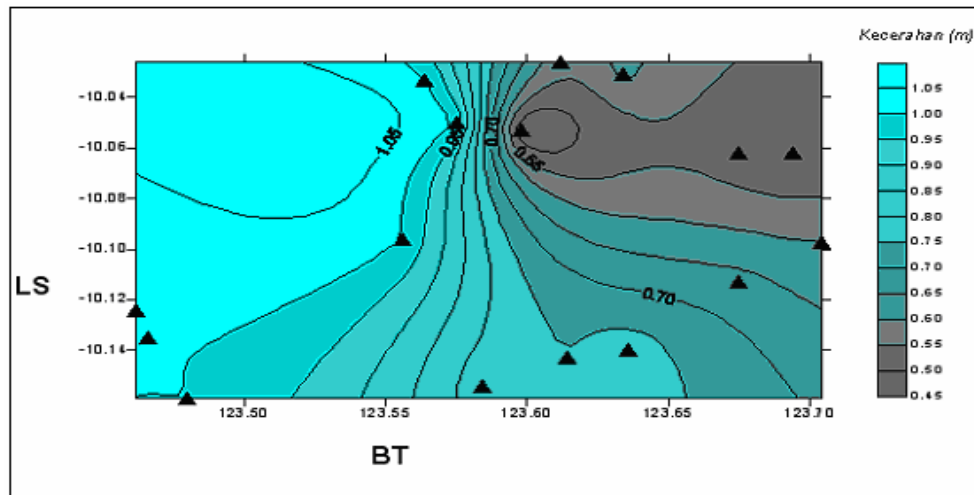
4.3.2. Kecerahan Air

Kecerahan perairan di zona pemanfaatan umum Teluk Kupang berkisar antara 3.00 m hingga 11.00 m dengan rata-rata 7.00 m \pm SD 3.033 (Tabel 12).

Sebaran kecerahan tertinggi *10 08' 04.7" LS* dan *123 27' 58.2" BT* ; *10 09' 32.4" LS* dan *123 28' 46.6" BT*. Sedangkan pada pada koordinat *10 03' 11.2" LS* dan *123 36' 53.6" BT*, memperlihatkan nilai kecerahan yang terendah. Adanya perbedaan kecerahan di perairan Teluk Kupang pada setiap lokasi pengambilan sampel diduga berhubungan dengan kedalaman lokasi dan waktu pengamatan. Hutabarat (2000) mengatakan bahwa, cahaya akan semakin berkurang intensitasnya seiring dengan makin besar kedalaman. Pendugaan lain dari peneliti adalah adanya perbedaan waktu pengamatan yang dilakukan. Effendi (2003) yang mengatakan bahwa, pemantulan cahaya mempunyai intensitas yang bervariasi menurut sudut datang cahaya.

Budidaya rumput laut membutuhkan perairan yang mempunyai kecerahan tinggi. Hal ini disebabkan energi sinar matahari yang menembus perairan dibutuhkan dalam mekanisme fotosintesa. Sedangkan bagi ikan kerapu, kecerahan perairan akan membantu proses dalam pengambilan makanan. Pada saat yang sama kecerahan yang terlalu tinggi, justru tidak diperlukan oleh tiram mutiara. Pembukaan dan penutupan cangkang mutiara tergantung pada lama penyinaran (Winanto,2002). Kecerahan perairan pada zona pemanfaatan umum Teluk Kupang memperlihatkan kisaran nilai yang masih dianjurkan, terutama bagi rumput laut dan ikan kerapu. Sedangkan bagi tiram mutiara, tingkat kecerahan yang diperoleh memperlihatkan kisaran nilai tidak mendukung (lihat

sub bab 3.5.2). Sebaran spatial kecerahan di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang diperlihatkan pada Ilustrasi 4.



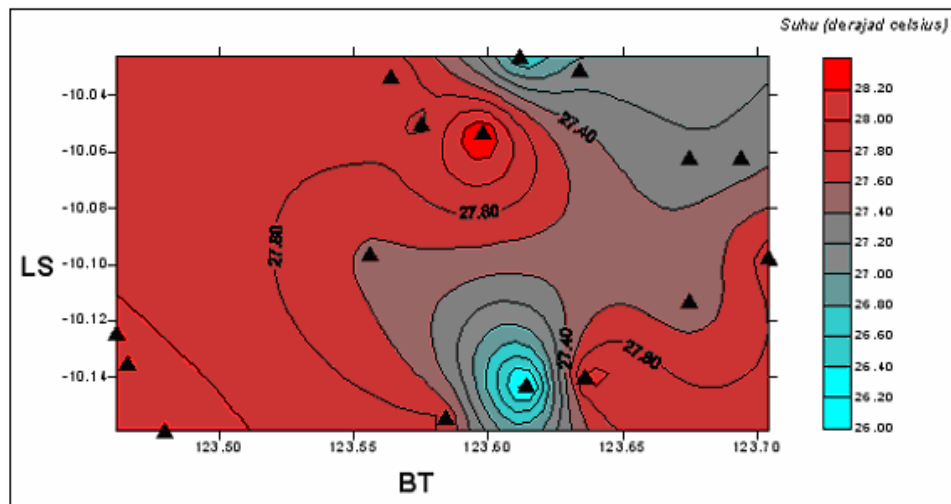
Ilustrasi 4. Sebaran Spatial Kecelakaan (%) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.

4.3.3. Suhu Perairan

Suhu perairan di zona pemanfaatan umum Teluk Kupang mempunyai kisaran antara 26 °C sampai 28.45 °C dengan nilai rata-rata sebesar 27.58 °C \pm SD 0.636 (Tabel 12). Kisaran suhu terendah terdapat pada koordinat 10 08' 35.0" LS dan 123 36' 51.1" BT dan suhu tertinggi terdapat pada koordinat 10 03' 11.2" LS dan 123 36' 53.6" BT. Perbedaan tersebut diduga karena, adanya selisih waktu pengukuran *in situ* terhadap variabel ini. Effendi (2003) mengatakan bahwa, suhu perairan berhubungan dengan kemampuan pemanasan oleh sinar matahari, waktu dalam hari dan lokasi. Hal ini didukung oleh Basmi (1999) dan Hutabarat (2000) yang mengatakan bahwa, air lebih lambat menyerap panas tetapi akan menyimpan panas lebih lama dibandingkan dengan daratan. Pada daerah yang semi atau tertutup, umumnya akan terjadi peningkatan suhu perairan karena tidak

terjadi pergerakan massa air. Suhu akan memperlihatkan fluktuasi yang lebih bervariasi, di daerah pesisir yang mempunyai kedalaman relatif dangkal karena terjadi kontak dengan substrat yang terekspos (Kinne, 1964 dalam Supriharyono, 2001).

Secara umum rata-rata suhu di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang, memperlihatkan nilai yang mendukung kegiatan budidaya rumput laut, ikan kerapu dan tiram mutiara. Sebaran spatial suhu perairan di Teluk Kupang ditunjukkan pada Ilustrasi 5.



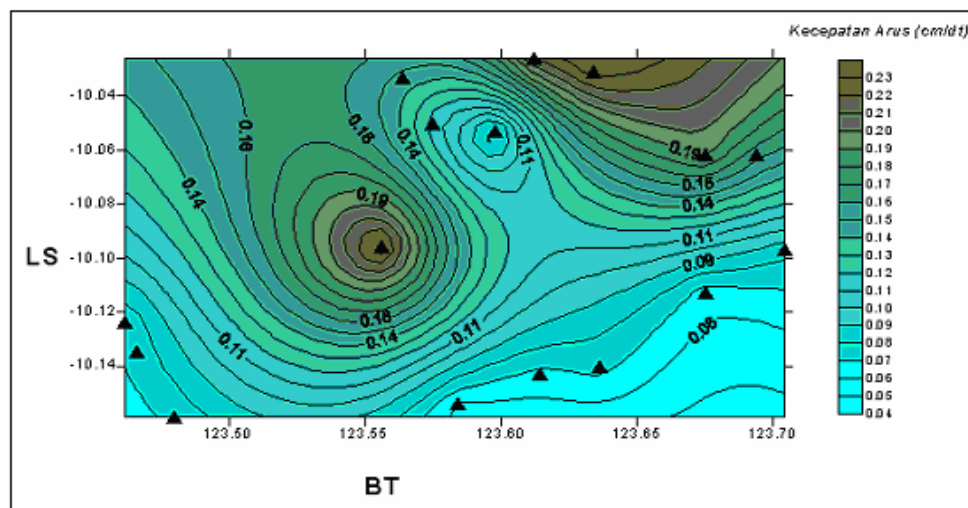
Ilustrasi 5. Sebaran Spatial Suhu ($^{\circ}$ C) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.

4.3.4. Kecepatan Arus

Hasil pengukuran terhadap kecepatan arus di zona pemanfaatan umum Teluk Kupang bervariasi antara 0.059 m/dt sampai 0.238 m/dt dengan nilai rata-rata sebesar 0.122 m/dt \pm SD 0.067 (Tabel. 12). Kecepatan arus terendah terjadi pada lokasi $10^{\circ} 09' 15.0''$ LS dan $123^{\circ} 35' 01.1''$ BT sedangkan nilai tertinggi terdapat pada lokasi $10^{\circ} 05' 46.6''$ LS dan $123^{\circ} 33' 20.8''$ BT. Perbedaan

kecepatan arus diduga disebabkan oleh letak lokasi. Adanya bangunan pantai merupakan salah satu penyebab arus menjadi lemah, akibat terjadi pembelokan arus pada lokasi tersebut. Pada saat yang lain adanya turbulensi dan perairan yang cukup terbuka, merupakan pendugaan lain terjadi perbedaan kuat arus. Wibisono (2005) mengatakan bahwa setiap proses aktivitas pasang maupun surut menimbulkan arus. Untuk arus permanen secara faktual tidak dapat diketahui. Hal ini disebabkan penelitian yang dilakukan dalam jangka waktu yang pendek dan hanya sekali saja. Sehingga disimpulkan bahwa arus yang terjadi merupakan arus lokal akibat pasang-surut.

Kecepatan arus berperan penting dalam perairan, misalnya, pencampuran masa air, pengangkutan unsur hara, transportasi oksigen. Pada saat yang sama penting bagi usaha budidaya dalam hal sistem penjangkaran, pengrusakan instalasi (penempelan *biofouling*, pengubahan posisi kerambah), sirkulasi air dan pengangkutan sisa pakan. Hasil pengukuran rata-rata kecepatan arus di perairan zona pemanfaatan Teluk Kupang data masih berada pada nilai yang dianjurkan, walaupun bukan pada kisaran yang ideal. Sebaran spatial kecepatan arus di zona pemanfaatan umum Teluk Kupang ditunjukkan pada Ilustrasi 6.



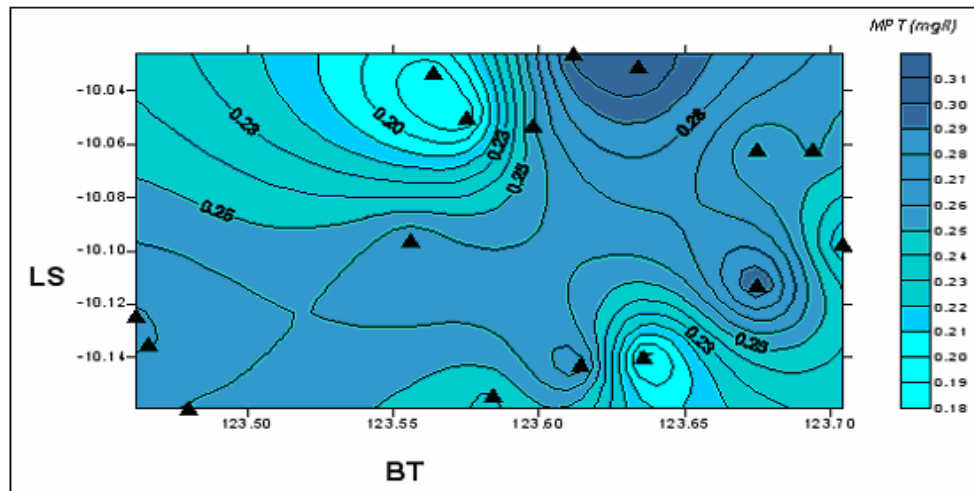
Ilustrasi 6. Sebaran Spatial Kecepatan Arus (m/dt) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.

4.3.5. Muatan Padatan Tersuspensi

Hasil pengukuran terhadap variabel muatan padatan tersuspensi di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang, memperlihatkan nilai sebesar 180 mg/l sampai 305 mg/l dengan nilai rata-rata sebesar 252.63 mg/l \pm SD 42.703 (Tabel 12). Muatan padatan tersuspensi terendah terdapat pada lokasi $10^{\circ} 08' 23.2''$ LS dan $123^{\circ} 38' 10.0''$ BT dan lokasi $10^{\circ} 02' 59.7''$ LS dan $123^{\circ} 35' 28.4''$ BT, dan tertinggi terdapat pada lokasi $10^{\circ} 01' 32.7''$ LS dan $123^{\circ} 38' 41.6''$ BT. Perbedaan padatan tersuspensi tersebut diduga disebabkan oleh komposisi material dasar perairan dan pergerakan massa air termasuk aktifitas pasut. Pengadukan oleh masa air terhadap substrat dimungkinkan terjadi pada suatu perairan. Hasil dari pengadukan akan berpengaruh terhadap kolom air, jika komposisi substrat dasar mudah menyebar dan melayang. Effendi (2003) ; Wibisono (2005), dan Chester, 1990 dalam Satriadi dan Widada, (2004) mengatakan bahwa, pengadukan akan efektif, jika didukung oleh jenis dari material dasar perairan dan pergerakan massa air yang kuat.

Muatan padatan tersuspensi hasil pengukuran di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang menunjukan nilai yang tinggi. Akan tetapi kisaran ini lebih rendah dari nilai yang diperoleh Tarunamulia *et al* (2001) di Teluk Pare-Pare sebesar 241-947 mg/l. Walaupun lebih rendah tetapi nilai ini berada pada kisaran yang tidak dianjurkan untuk kegiatan budidaya berbagai jenis kultivan. Padatan terlarut dalam kondisi tertentu dapat mengganggu biota terutama organ respirasi.

Berikut ini adalah sebaran spatial muatan padatan tersuspensi di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang yang ditunjukkan pada Ilustrasi 7.



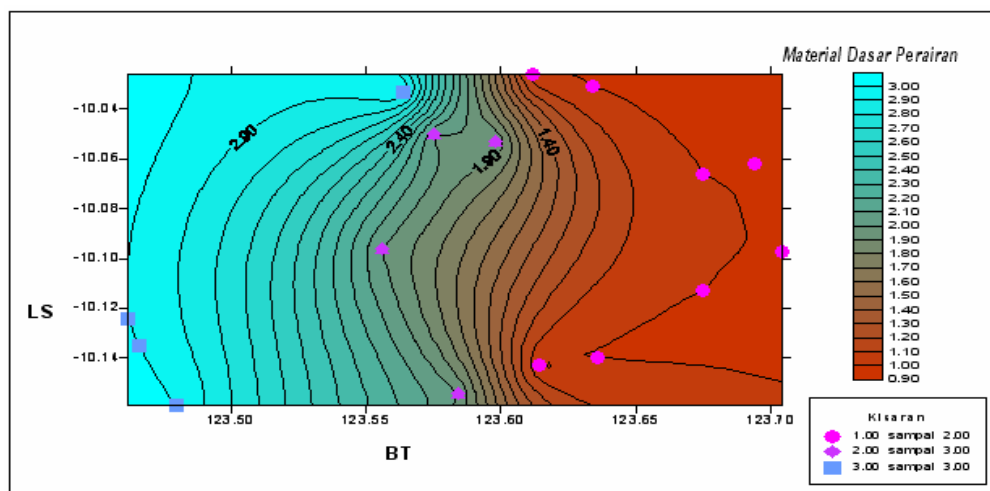
Ilustrasi 7. Sebaran Spatial Muatan Padatan Tersuspensi (mg/l) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.

4.3.6. Material Dasar Perairan

Hasil penelitian terhadap material dasar perairan di zona pemanfaatan umum Teluk Kupang memperlihatkan bahwa adanya perbedaan jenis material dasar perairan, pada beberapa lokasi. Perbedaan tersebut dapat dibagi atas tiga *cluster* wilayah (lihat ilustrasi 9), antara lain : (a). Jenis lempung yang bercampur pasir dan debu, debu dan yang terakhir liat. Jenis substrat ini berada di dalam teluk dan merupakan wilayah yang mendapat tekanan terbesar akibat masukan (*run off*) dari beberapa sungai yang bermuara di perairan tersebut. (b). Jenis pasir yang berada di mulut teluk. Adanya pergerakan masa air laut dari mulut kedalam teluk diduga mendorong koloid atau partikel yang lebih ringan kedalam teluk dan menyisahkan pasir yang lebih berat. dan (c). Jenis koral dan campuran koral pasir yang berada di depan mulut teluk. Tipe ini berada pada daerah yang relatif lebih terbuka sehingga kemungkinan pencucian oleh masa air lebih sering terjadi.

Supriharyono (2001) mengatakan bahwa, keberadaan sedimen di perairan dapat menyebabkan kematian koral di perairan tersebut. Pada daerah dengan substrat dasar pasir yang bercampur koral (fargmen karang mati), secara faktual oleh peneliti tidak bisa di grab, karena itu peneliti memakai data sekunder dari Pusat Pengembangan Geologi Kelautan Bandung (1996) dan Draf Laporan Bappeda NTT (2004).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa material dasar perairan pada zona pemanfaatan umum Teluk Kupang masih berada dalam kisaran yang dianjurkan bagi kegiatan budidaya laut, terutama pada bagian barat dengan komposisi pasir berkarang dan karang. Hasil penelitian ini tidak berbeda dengan kajian Supriyadi *et al* (1996), tentang geomorfologi wilayah pesisir Teluk Kupang. Untuk memodelkan sebaran material dasar perairan maka dikelompokkan material dasar berdasarkan tiga kategori yaitu pasir berkarang dan karang, pasir dan jenis lempung yang bercampur pasir dan debu, debu dan yang terakhir liat. Model spatial dari penyebaran material dasar perairan diperlihatkan pada Ilustrasi 8.



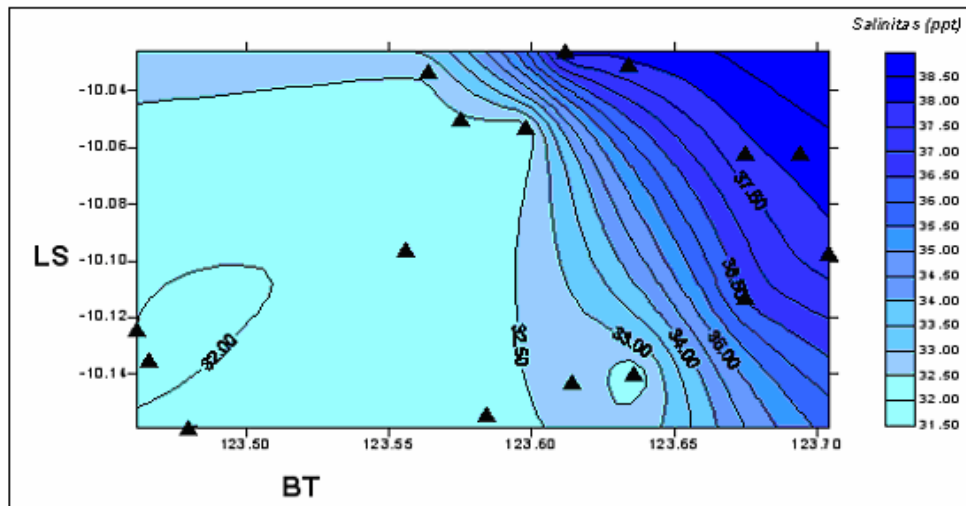
Ilustrasi 8. Sebaran Spatial Material Dasar Perairan di Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.

4.3.7. Salinitas Perairan

Salinitas perairan di zona pemanfaatan umum Teluk Kupang mempunyai kisaran 31.50 ppt sampai 38.20 ppt dengan nilai rata-rata sebesar 34.33 ppt \pm SD 2.782 (Tabel.12). Kisaran salinitas terendah terdapat pada lokasi *10 08' 04.7" LS dan 123 27' 58.2" BT* dan salinitas tertinggi terdapat pada lokasi *10 03' 42.0" LS dan 123 42' 38.5" BT*. Salinitas perairan Teluk Kupang dari nilai rata-rata tidak berbeda jika dibandingkan dengan kajian Hutahaen *et al* (1996) sebesar 34.561 ppt pada kedalaman 25 meter dan Utojo *et al* (2005) yang berkisar 35 - 36 ppt di perairan sekitar Teluk Kupang.

Adanya perbedaan kisaran salinitas terutama pada daerah sebelah timur Teluk Kupang (dalam teluk), diduga karena adanya limpasan air hasil budidaya dari tambak milik masyarakat. Buangan tersebut diduga mempunyai salinitas yang cukup tinggi. Kondisi ini, ditunjang dengan perairan dalam teluk, relatif tertutup dan pergantian massa air cenderung kecil.

Salinitas berpengaruh terhadap tekanan osmotik media (Anggoro, 1990 dalam Wirasatriya dan Suprijanto, 2004) sehingga, penting dijaga keseimbangan osmolaritas cairan internal dan eksternal. Fluktuasi salinitas yang besar menyebabkan ginjal dan insang ikan tidak mampu mengatur osmosis cairan tubuh. Secara umum nilai rata-rata salinitas perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang memperlihatkan kisaran yang mendukung kegiatan budidaya laut. Sebaran spatial salinitas perairan di zona pemanfaatan umum Teluk Kupang diperlihatkan pada Ilustrasi 9.



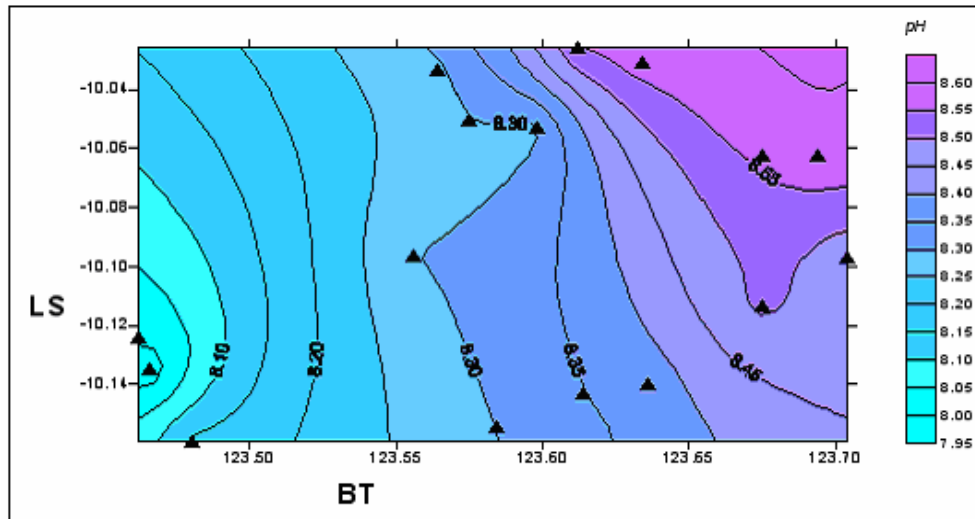
Ilustrasi 9. Sebaran Spatial Salinitas (ppt) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.

4.3.8. pH

Pengukuran *in situ* terhadap variabel pH perairan zona Pemanfaatan umum Teluk Kupang memperlihatkan kisaran nilai sebesar 7.97 sampai 8.59, dengan nilai rata-rata $8.35 \pm \text{SD } 0.190$ (Tabel 12). Nilai pH terendah terdapat pada koordinat $10^{\circ} 08' 04.7'' \text{ LS}$ dan $123^{\circ} 27' 58.2'' \text{ BT}$ dan nilai tertinggi ada pada koordinat $10^{\circ} 03' 42.0'' \text{ LS}$ dan $123^{\circ} 42' 38.5'' \text{ BT}$. Perbedaan nilai pH dalam perairan diduga, disebabkan oleh adanya perbedaan waktu pengukuran. Perubahan konsentrasi pH dalam perairan mempunyai siklus harian. Siklus ini merupakan fungsi dari karbondioksida. Effendi (2003) mengatakan bahwa, jika perairan mengandung karbondioksida bebas dan ion karbonat maka pH cenderung asam, dan pH akan kembali meningkat jika CO_2 dan HCO_3 mulai berkurang.

Hasil penelitian memperlihatkan, adanya perbedaan pH pada tiap lokasi pengambilan sampel, tetapi secara keseluruhan nilai rata-rata pH di perairan zona

pemanfaatan umum Teluk Kupang, berada dalam kisaran yang mendukung kehidupan kultivan (*lihat sub bab 3.5.2*). Sebaran spatial pH di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang ditunjukkan pada Ilustrasi 10.



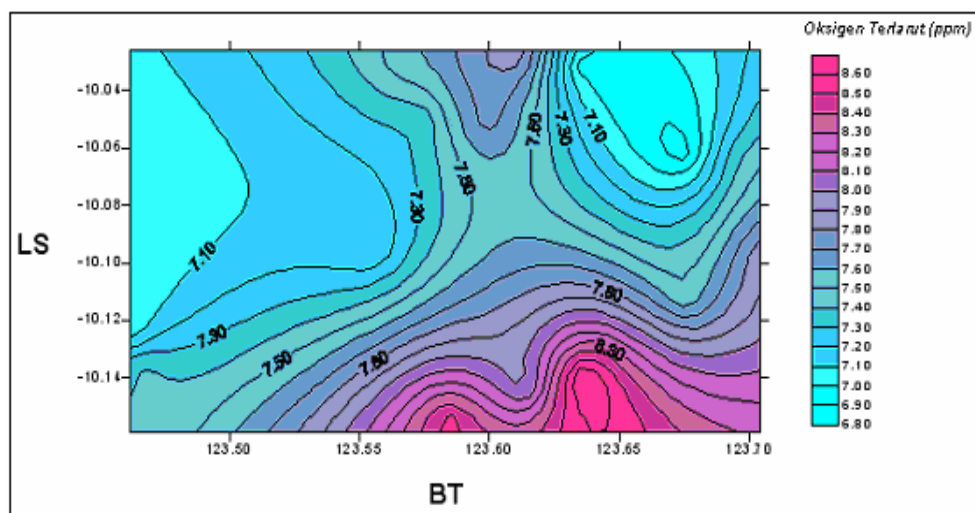
Ilustrasi 10. Sebaran Spatial pH di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.

4.3.9. Oksigen Terlarut

Hasil pengukuran *in situ* terhadap peubah oksigen terlarut di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang memperlihatkan kisaran sebesar 6.85 ppm dan nilai tertinggi adalah 8.74 ppm dengan nilai rata-rata sebesar $7.58 \text{ ppm} \pm \text{SD } 0.531$ (Tabel 12). Kandungan oksigen terlarut terendah pada lokasi $10^{\circ} 03' 42.0''$ LS dan $123^{\circ} 42' 38.5''$ BT dan tertinggi pada koordinat $10^{\circ} 08' 23.2''$ LS dan $123^{\circ} 38' 10.04''$ BT. Bervariasinnya kandungan oksigen terlarut diduga karena adanya pergerakan dan pencampuran massa air serta siklus harian variabel ini. Nilai rata-rata oksigen terlarut tersebut tidak berbeda dengan yang dikemukakan oleh Utojo *et al* (2005) dengan kisaran 4.6 ppm sampai 9.6 ppm di Teluk Kupang.

Daerah yang relatif terbuka mempunyai pergerakan masa air yang lebih baik sehingga memungkinkan terjadinya pencampuran masa air. Disamping itu, daerah yang terbuka lebih memudahkan terdifusinya oksigen kedalam perairan, walupun kontribusinya diperairan lebih kecil dibandingkan dengan mikroalga. Secara normatif, oksigen terlarut di perairan ditopang oleh aktifitas fotosintesa mikroalga dan difusi oksigen. Akan tetapi oksigen terlarut merupakan variabel yang dinamis dalam perairan, sehingga sangat berkaitan dengan siklus hariannya. Kondisi tersebut yang menyebabkan perbedaan kandungan oksigen terlarut, jika waktu pengukuran *in situ* tidak sama.

Brotowidjoyo *et al* (1995) mengatakan bahwa, pada kondisi perairan terbuka oksigen berada pada kondisi alami, sehingga jarang dijumpai kondisi perairan terbuka yang miskin oksigen. Hasil pengukuran terhadap oksigen terlarut di perairan zona pemanfaatan Teluk Kupang memperlihatkan kisaran yang layak dan mendukung kegiatan budidaya laut (*lihat sub bab 3.5.2*). Sebaran spatial oksigen terlarut di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang ditunjukkan oleh Ilustrasi 11 .

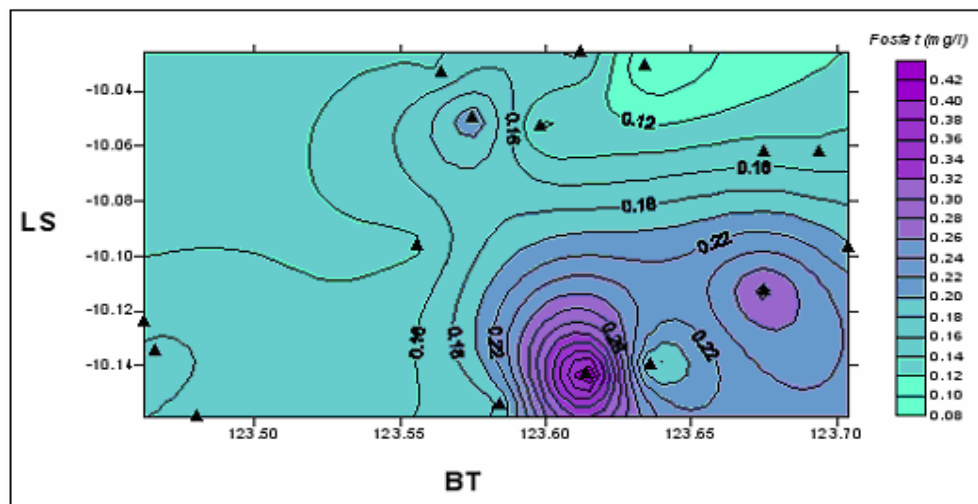


Ilustrasi 11. Sebaran Spatial Oksigen Terlarut (ppm) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.

4.3.10. Fosfat

Kandungan fosfat dalam perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang mempunyai nilai yang bervariasi antara 0.081 mg/l sampai 0.435 mg/l, dengan nilai rata-rata $0.181 \text{ mg/l} \pm \text{SD } 0.082$ (Tabel 12). Kandungan fosfat terendah terdapat pada koordinat $10^{\circ} 01' 52.1'' \text{ LS}$ dan $123^{\circ} 40' 01.3'' \text{ BT}$ dan tertinggi berada pada koordinat $10^{\circ} 08' 35.0'' \text{ LS}$ dan $123^{\circ} 36' 51.1'' \text{ BT}$. Kisaran nilai hasil penelitian tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan kajian Utojo *et al* (2005) di Teluk Kupang yang mempunyai kisaran antara 0.0217 – 0.0701 mg/l dan Tarunamulia *et al* (2001) di Teluk Pare-Pare yang berkisar 0.02 – 0.07 mg/l. Perbedaan tersebut disebabkan oleh waktu dan daerah yang diteliti. Sedangkan perbedaan kandungan fosfat diduga disebabkan oleh masukan bahan organik berupa limbah domestik (detergen), limbah pertanian atau pengikisan batuan fosfor oleh aliran air. Telah dijelaskan bahwa bagian selatan Teluk Kupang merupakan daerah pemukiman (kota Kupang), dan ini memungkinkan masuknya limbah domestik atau pertanian (*over fertilisasi*). Pada struktur geologi penyusun pantai, juga terlihat ada perbedaan antara bagian utara dan selatan teluk dan ini memungkinkan terjadi pengikisan batuan. Menurut Effendi (2003) dan Supriharyono (2001) mengatakan bahwa, sebagian besar fosfat berasal dari masukan bahan organik melalui darat berupa limbah industri maupun domestik (detergen). Ditambahkan oleh Brotowidjoyo *et al* (1995) dan Hutabarat (2000) bahwa, sumber fosfat di perairan juga berasal dari proses pengikisan batuan di pantai.

Kandungan fosfat di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang memperlihatkan kisaran yang masih mendukung kegiatan budidaya, walaupun tidak berada dalam nilai yang ideal (matrik pada *sub bab 3.5.2*). Fosfat sendiri dalam perairan berperan sebagai sebagai nutrisi. Akan tetapi tingginya kandungan fosfat di perairan dapat berdampak pada peledakan plankton. Sebaran spatial fosfat di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang diperlihatkan pada Ilustrasi 12.



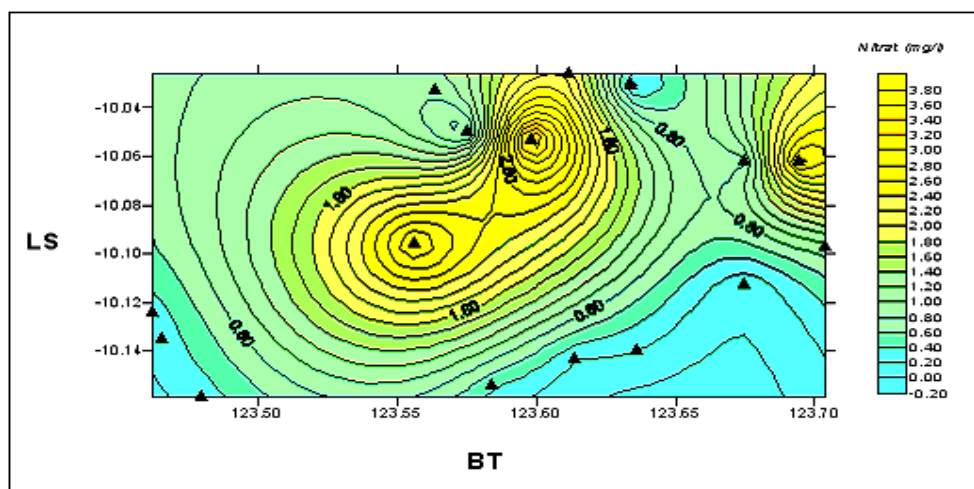
Ilustrasi 12. Sebaran Spatial Fosfat (mg/l) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.

4.3.11. Nitrat

Hasil pengukuran terhadap variabel nitrat memperlihatkan nilai yang bervariasi antara 0.145 mg/l sampai 4.134 mg/l dengan nilai rata-rata sebesar 1.091 mg/l \pm SD 1.311 (Tabel 12). Nitrat terendah terdapat pada koordinat $10^{\circ} 01' 52.1''$ LS dan $123^{\circ} 40' 01.3''$ BT dan tertinggi terdapat pada koordinat $10^{\circ} 02' 59.7''$ LS dan $123^{\circ} 35' 28.4''$ BT. Perbedaan kandungan nitrat pada beberapa lokasi diduga, disebabkan oleh tingginya nitrat di dasar perairan. Perairan cukup

dalam memungkinkan terjadinya penguraian terhadap partikel yang tenggelam menjadi nitrogen organik. Hutabarat (2000) bahwa konsentrasi nitrat akan semakin besar dengan bertambahnya kedalaman. Secara normatif keberadaan nitrat dalam perairan ditunjang pada transpor nitrat ke daerah tersebut, oksidasi amoniak oleh mikroorganisme dan kebutuhan produktivitas primer. Nitrat dan fosfat merupakan unsur yang secara bersama-sama mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton.

Disamping itu, adanya pemukiman penduduk pada sebelah utara Teluk Kupang (Sulamu), memungkinkan masuknya nitrat ke dalam perairan. Effendi (2003) berpendapat bahwa, kadar nitrat dalam perairan banyak dipengaruhi oleh pencemaran *antropogenik* yang berasal dari aktifitas manusia maupun tinja hewan. Sesuai dengan petunjuk pada sub bab 3.5.2, memperlihatkan kisaran rerata kandungan nitrat di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang, masih mendukung kegiatan budidaya laut. Sebaran spatial nitrat di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang diperlihatkan Ilustrasi 13.



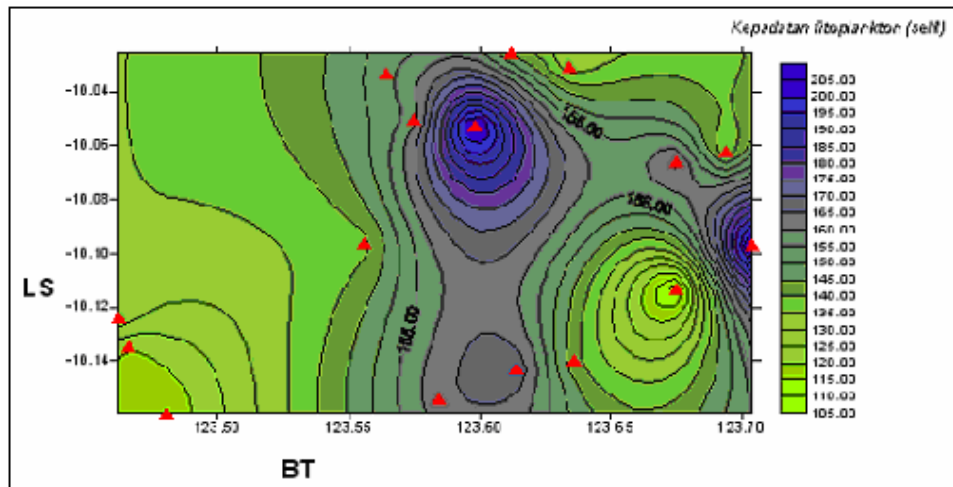
Ilustrasi 13. Sebaran Spatial Nitrat (mg/l) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.

4.3.12. Kepadatan Fitoplankton

Hasil pengukuran terhadap kepadatan fitoplankton adalah 106760 sel/l sampai 210380 sel/l dengan rata-rata 149935 sel/l \pm SD 29.622 (Tabel 12). Hasil kajian ini lebih rendah dari yang publikasikan oleh Haumau (2004) di perairan Teluk Saparua dengan kepadatan 10.30×10^6 sel/l dan perairan Teluk Kupang oleh Utojo *et al* (2005) dengan kisaran 45 – 750 ind/ml. Kepadatan fitoplankton terendah terdapat pada lokasi $10^{\circ} 01' 52.1''$ LS dan $123^{\circ} 40' 01.3''$ BT dan tertinggi terdapat pada koordinat $10^{\circ} 02' 59.7''$ LS dan $123^{\circ} 35' 28.4''$ BT (Tabel 10).

Keberadaan fitoplankton di perairan selain faktor nutrien, beberapa faktor lain juga ada kaitannya, misalnya, kecerahan dan arus. Karena fitoplankton membutuhkan energi sinar untuk mekanisme fotosintesis, maka fitoplankton cenderung berada pada perairan yang mempunyai kecerahan baik. Perairan juga bersifat dinamis baik dalam siklus harian maupun musim. Karena itu, fitoplankton adalah organisme renik yang hidupnya dipengaruhi oleh pergerakan arus. Perubahan musim yang terjadi selalu diikuti oleh kepadatan fitoplankton. Penyebaran komposisi jenis dan kepadatan terjadi karena perubahan musim (Newell and Newell, 1963), konsentrasi cahaya, temperatur, mineral (Effendi 2003), *run off*, arus dan *grazing* (Vinyard, 1979). Lebih lanjut dikatakan oleh Newell and Newell (1963), bahwa awal musim panas dan musim hujan akan banyak dijumpai diatom.

Secara umum kepadatan fitoplankton di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang berada pada kisaran yang mendukung kegiatan budidaya laut, berdasarkan matrik kesesuaian kultivan pada sub bab 3.5.2. Sebaran spatial fitoplankton di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang diperlihatkan pada Ilustrasi 14.



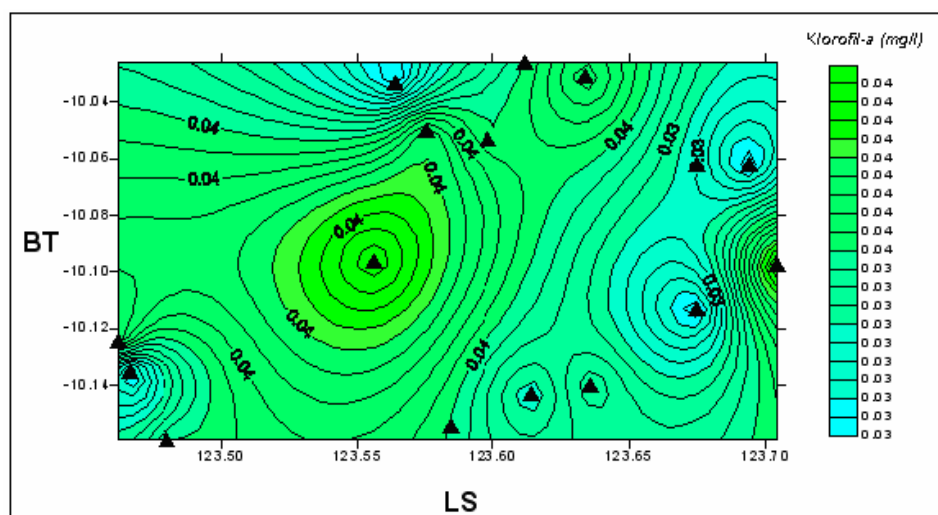
Ilustrasi 14. Sebaran Spatial Kepadatan Fitoplankton (sel/l) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.

4.3.13. Klorofil-a

Hasil pengukuran terhadap variabel klorofil-a memperlihatkan nilai yang bervariasi antara 0.033 mg/l sampai 0.037 mg/l dengan rata-rata $0.035 \text{ mg/l} \pm \text{SD}$ 0.001 (Tabel. 12). Konsentrasi klorofil tertinggi terdapat pada lokasi 10° 05' 49.6" LS dan 123° 42' 13.2" BT ; 10° 05' 46.6" LS dan 123° 33' 20.8" BT dan terendah terdapat pada 10° 06' 46.4" LS dan 123° 40' 30.7" BT ; 10° 03' 42.0" LS dan 123° 42' 38.5" BT ; 10° 01' 57.4" LS dan 123° 34' 51.7" BT ; 10° 08' 04.7" LS dan 123° 27' 58.2" BT.

Perbedaan nilai klorofil-a yang terdapat di perairan Teluk Kupang diduga disebabkan oleh keberadaan fitoplankton, baik kelimpahannya maupun komposisi jenis terhadap pigmen yang dikandungnya. Nontji (2005) berpendapat bahwa klorofil-a berbeda berdasarkan lokasi dan jumlah plankton. Pendapat ini didukung oleh Yusuf *et al* (1995) yang mengatakan bahwa, konsentrasi klorofil-a umumnya berhubungan dengan kepadatan fitoplankton, khususnya bagi fitoplankton yang masih dalam keadaan hidup. Kemungkinan yang dapat dikemukakan, terhadap hasil analisis nilai klorofil-a dalam perairan adalah kondisi fitoplankton dalam keadaan sehat atau mati. Fitoplankton yang telah mati, menyebabkan klorofil-a akan berubah menjadi pigmen lain yaitu *phaeofitin-a*.

Kandungan klorofil-a tidak berhubungan secara langsung dengan organisme budidaya tetapi variabel ini berperan dalam keseimbangan perairan, terutama sebagai penyusun kesuburan perairan. Hasil analisis memperlihatkan kandungan klorofil-a mempunyai kisaran yang tidak mendukung kegiatan budidaya laut di Teluk Kupang. Sebaran spatial klorofil-a di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang diperlihatkan Ilustrasi 15.



Ilustrasi. 15. Sebaran Spatial Klorofil-a (mg/l) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang.

4.4. Penentuan Lokasi Kesesuaian Budidaya Laut

Penentuan daerah kesesuaian budidaya laut, mengacu pada matrik kesesuaian perairan yang disusun berdasarkan variabel primer, variabel sekunder dan variabel tersier. Ke tiga variabel penyusun matrik kesesuaian tersebut merupakan variabel syarat, yang terdiri dari komponen variabel-variabel dalam parameter fisika, kimia dan biologi. Keterkaitan beberapa komponen variabel dalam parameter fisika, kimia dan biologi dengan variabel primer, sekunder dan tersier dalam penyusunan matrik kesesuaian, dapat dilihat dari besarnya nilai koefisien korelasi yang dibentuk.

Hubungan yang dibentuk pada matrik kesesuaian perairan bagi budidaya rumput laut, memperlihatkan variabel primer, variabel sekunder mempunyai hubungan yang sangat kuat ($r = 0.947$; $r = 0.941$) dengan komponen variabel-variabel yang membentuknya, sedangkan untuk variabel tersier tidak ditampilkan karena mempunyai variabel yang konstan (standar deviasi = 0). Uji F terhadap keberartian hubungan ini memperlihatkan taraf yang signifikan ($p < 0.05$) pada variabel primer dan sekunder (Lampiran 11).

Untuk budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung, memperlihatkan hubungan yang sangat kuat ($r = 0.908$; $r = 0.951$) pada variabel primer dan variabel sekunder dengan komponen variabel yang membentuknya.

Sedangkan variabel tersier terlihat adanya hubungan yang kuat ($r = 0.734$) dengan komponen variabel pembentuknya. Selanjutnya uji F terhadap keberartian hubungan ini mengungkapkan taraf yang signifikan ($p < 0.05$) pada variabel utama dan sekunder, sedangkan variabel tersier terlihat tidak nyata ($p > 0.05$) (Lampiran 11).

Hubungan yang terbentuk dalam matrik kesesuaian bagi budidaya tiram mutiara, memperlihatkan variabel primer, variabel sekunder dan variabel tersier mempunyai hubungan yang kuat ($r = 0.807$; $r = 0.756$; $r = 0.756$), dengan komponen variabel yang membentuknya. Selanjutnya uji F terhadap keberartian hubungan dari ke tiga variabel ini, memperlihatkan taraf yang signifikan ($p < 0.05$) (Lampiran 11).

Rata-rata hasil pengukuran parameter fisika, kimia dan biologi pada Tabel 12, dipergunakan sebagai *input* dalam analisis matrik kesesuaian. Nilai skor dari analisis tersebut, kemudian di evaluasi guna mendapatkan kelas kesesuaian dari ke tiga jenis kultivan yang akan dikembangkan. Hasil dari evaluasi tersebut, merupakan suatu kesimpulan yang diambil secara umum di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang. Sedangkan untuk menggambarkan plot dari daerah pengembangan budidaya bagi ke tiga jenis kultivan, maka dilakukan proses *gridding* dan *overlay* berdasarkan nilai skor dari masing-masing koordinat, guna membentuk garis yang mempunyai kesamaan nilai.

Total nilai skor dengan mempergunakan kriteria pada Tabel 4, Tabel 6 dan Tabel 8, terhadap rata-rata hasil pengukuran parameter fisika, kimia dan biologi di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang diperlihatkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Total Nilai Skor Matrik Kesesuaian bagi Penentuan Lokasi Budidaya di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang

Variabel	Total Skor		
	Rumput Laut	Ikan Kerapu	Tiram Mutiara
Kedalaman (m)	15	9	3
Kecerahan (m)	15	10	6
Kecepatan Arus (m/dt)	9	9	9
Salinitas (ppt)	10	10	10
Oksigen Terlarut (ppm)	5	10	10
pH	5	5	3
Suhu (° C)	10	10	10
Muatan Padatan Tersuspensi (mg/l)	2	3	3
Fosfat (mg/l)	6	3	1
Nitrat (mg/l)	10	5	3
Klorofil-a (mg/l)	1	1	1
Kepadatan Fitoplankton (sel/l)	10	5	15
Material Dasar Perairan	3	6	6
Total Skoring	96	86	80
Nilai Skor (%)	80	72	62

Berdasarkan nilai skor tersebut pada Tabel 13, maka dilakukan evaluasi kesesuaian perairan terhadap masing-masing kultivan. Hasil evaluasi tersebut dijelaskan pada sub bab dibawah ini.

4.4.1. Lokasi Pengembangan bagi Budidaya Rumput Laut (*Sea weed*)

Pada Tabel. 13, memperlihatkan nilai skor untuk budidaya rumput laut sebesar 80 %. Hasil evaluasi terhadap nilai tersebut, dengan mempergunakan kriteria pada Table 5, memperlihatkan perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang berada pada kelas cukup sesuai (S2) untuk budidaya rumput laut (*sea*

weed). Berikut ini adalah analisis keruangan dari kegiatan budidaya rumput laut (*sea weed*).

Pada kelas ini dicirikan dengan adanya faktor-faktor pembatas yang agak serius untuk mempertahankan tingkat perlakuan yang diterapkan. Batasan nilai variabel dalam parameter yang berhubungan dengan kegiatan budidaya rumput laut (*sea weed*), yang perlu mendapat perhatian adalah kecepatan arus, Muatan Padatan Tersuspensi (MPT), material dasar perairan, fosfat dan klorofil-a.

Dalam variabel primer, variabel yang perlu mendapat masukan dalam kelas cukup sesuai (S2) adalah fosfat dan kecepatan arus. Fosfat merupakan unsur yang berperan dalam menyokong pertumbuhan baik dalam pembentukan protein maupun aktivitas metabolisme. Pertumbuhan dan biomassa dapat tercapai dengan baik jika variabel ini tercukupi. Supriharyono (2001) ; Boyd (1990) ; Duty (2000) dan Hutabarat (2000) mengatakan bahwa, fosfat merupakan unsur hara dalam perairan yang esensial untuk pertumbuhan tanaman. Fosfat dipergunakan oleh tanaman untuk membangun proteinnya (Basmi, 1999). Walaupun unsur ini sangat penting bagi pertumbuhan rumput laut, tetapi pada kondisi berlebihan akan menyebabkan peledakan mikroalga lainnya. Pertimbangan tersebut menyebabkan ke duanya berada pada batasan yang sulit diberi masukan.

Kecepatan arus berperan penting dalam keberhasilan suatu kegiatan budidaya baik pada sistem penjangkaran dan sirkulasi air (Akbar dan Sudaryanto, 2001), pengangkutan unsur hara (Sudjiharno *et al*, 2001). Pergerakan masa air dapat mencegah terkumpulnya kotoran pada *tallus*, sehingga aktivitas fotosintesa dapat berjalan dengan baik. Masukan yang diberikan adalah pembersihan

organisme pengganggu atau kotoran yang menempel pada instalasi budidaya secara kontinyu.

Muatan padatan tersuspensi di perairan Teluk Kupang merupakan variabel sekunder dalam penentuan lokasi kultivan ini. Padatan tersuspensi umumnya berpengaruh terhadap penetrasi cahaya kedalam kolom air. Kondisi ini menyebabkan aktivitas fotosintesis makro alga dapat terhambat. Walaupun termasuk dalam kelas cukup sesuai, tetapi variabel tersebut relatif tinggi dan dianggap sangat sulit diberikan masukan terhadap perubahannya.

Material dasar perairan dan klorofil-a adalah variabel tersier di dalam penentuan lokasi budidaya rumput laut. Daerah yang mempunyai dasar perairan terdiri dari pasir, karang dan campuran ke duanya merupakan habitat yang cocok bagi kehidupan rumput laut. Suatu organisme akan bertumbuh dengan baik, jika berada pada habitatnya (Departemen Kelautan dan Perikanan, 1992). Hal senada juga dikatakan oleh Anggadiredja *et al* (2006) bahwa, habitat rumput laut yaitu daerah yang mempunyai substrat batu karang, rataaan terumbu karang dan substrat keras lainnya. Masukan yang dapat diberikan adalah memperhatikan metode dalam penerapan budidaya, misalnya, hindari metode lepas dasar. Sedangkan variabel klorofil-a, tidak berhubungan secara langsung dengan kegiatan budidaya rumput laut, tetapi variabel ini mempunyai keterkaitan dengan fitoplankton. Klorofil-a merupakan salah satu pigmen yang terdapat di dalam fitoplankton dan berperan dalam mekanisme fotosintesis.

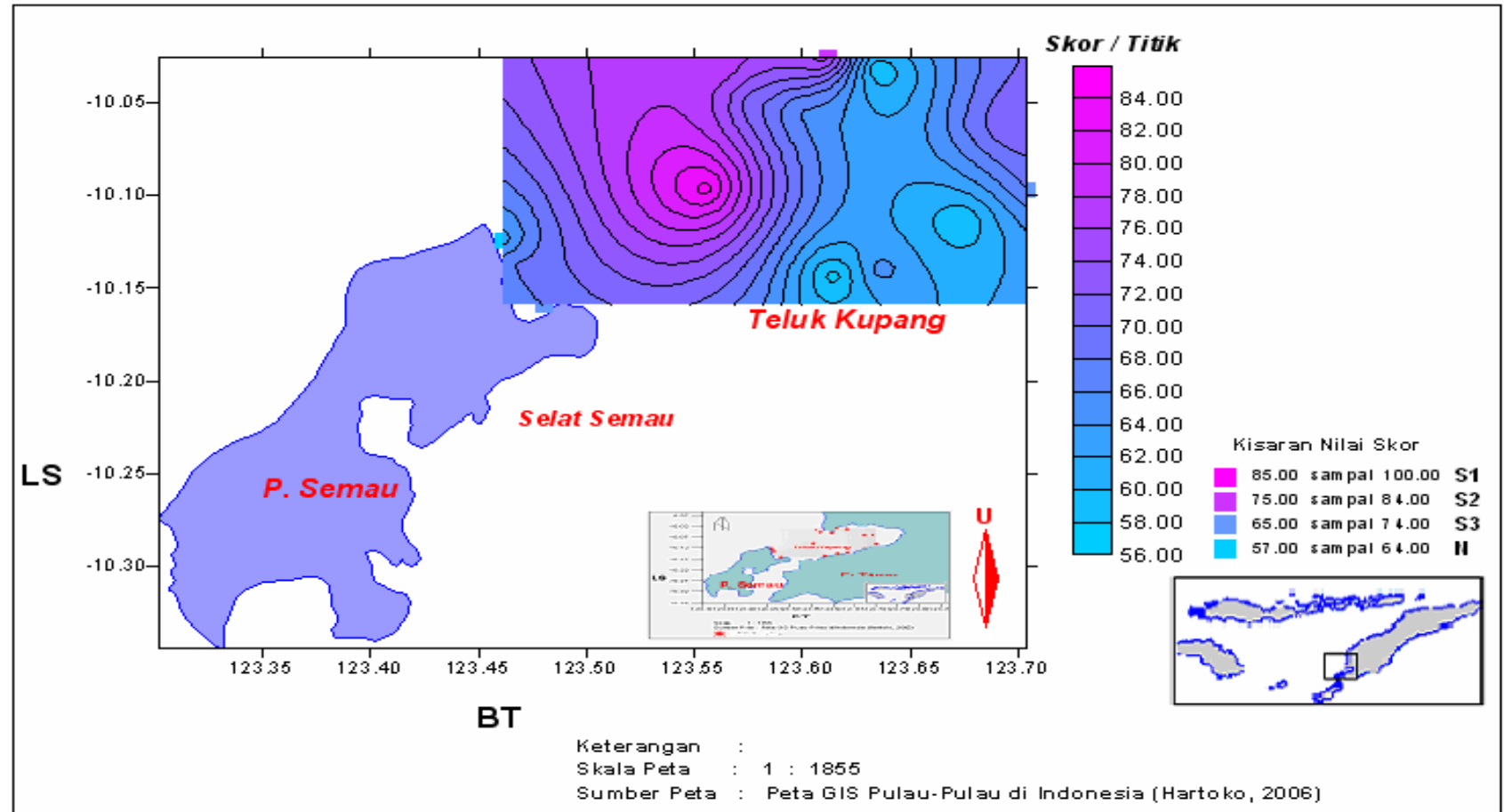
Selanjutnya untuk mendapatkan plot daerah pengembangan budidaya rumput laut di perairan Teluk Kupang, maka dibuatkan skoring terhadap masing-

masing koordinat. Total nilai skor dengan mempergunakan kriteria pada Tabel 4, diperlihatkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Total Nilai Skor Matrik Kesesuaian bagi Pengembangan Budidaya Rumput Laut (*sea weed*) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang

NO	Koordinat Terkoreksi	Koordinat Terkoreksi	Total Skor (%)
1	10.154	123.584	68
2	10.143	123.614	58
3	10.140	123.636	67
4	10.113	123.675	60
5	10.097	123.704	67
6	10.062	123.694	72
7	10.066	123.675	68
8	10.031	123.634	62
9	10.026	123.612	77
10	10.053	123.598	67
11	10.050	123.575	73
12	10.033	123.564	78
13	10.096	123.456	85
14	10.124	123.462	65
15	10.135	123.466	70
16	10.159	123.480	70

Zona pengembangan budidaya rumput laut (*sea weed*) di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang ditunjukkan dalam Ilustrasi 16.



Ilustrasi 16. Peta Lokasi Pengembangan Budidaya Rumput Laut (*sea weed*) di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang

4.4.2. Lokasi Pengembangan bagi Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Keramba Jaring Apung

Tabel 13, memperlihatkan nilai skor kesesuaian bagi budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung sebesar 72 %. Evaluasi terhadap nilai tersebut dengan mempergunakan kriteria pada Table 7, memperlihatkan bahwa perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang berada pada kelas sesuai marginal (S3). Berikut ini adalah analisis keruangan dari kegiatan budidaya ikan kerapu dengan sistem jaring apung.

Kelas kesesuaian ini mempunyai pembatas-pembatas yang serius untuk mempertahankan tingkat perlakuan yang diterapkan. Variabel yang perlu mendapat perhatian pada lokasi tersebut adalah kecepatan arus, kedalaman, muatan padatan tersuspensi, material dasar perairan, fosfat, dan klorofil-a.

Pentingnya keberlangsungan suatu kegiatan budidaya, diperlukan pengetahuan terhadap persyaratan utama yang berperan didalamnya. Penjabaran variabel primer dalam kelas sesuai marginal (S3) adalah kedalaman, kecepatan arus dan muatan padatan tersuspensi. Kedalaman merupakan salah satu syarat utama kegiatan budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung. *Setting* instalasi pada ruang yang cukup akan memberikan jarak yang ideal bagi dasar jaring dan dasar perairan. Dampak yang ditimbulkan dari variabel ini adalah kemungkinan akumulasi pakan dan serangan hama terhadap jaring. Ghufroon dan Kordi (2005) mengatakan bahwa, jarak yang baik bagi dasar jaring dan dasar perairan minimal satu meter. Lebih lanjut dikatakan bahwa, dengan jarak tersebut akan memudahkan sisa pakan jatuh ke dasar perairan dan akumulasi sisa pakan tersebut, tidak menyebabkan penurunan kualitas hidup ikan. Akbar *et*

al (2001) juga berpendapat bahwa, kedalaman yang baik dapat menghindarkan kerusakan jaring dari serangan ikan buntal (*Diodon* sp). Masukan yang dapat diberikan pada variabel ini adalah pengontrolan pakan, arah arus dan pengawasan jaring.

Muatan padatan tersuspensi merupakan salah satu penghambat penetrasi cahaya dalam kolom air. Kondisi ini berdampak pada rendahnya kemampuan ikan melihat sehingga proses pengambilan makanan tidak maksimal. Dampak lain yang ditimbulkan oleh tingginya padatan tersuspensi dalam perairan adalah penutupan organ pernapasan (insang) ikan. Efek lanjut yang ditimbulkannya adalah terganggunya proses respirasi dan kemungkinan ikan akan mudah terserang penyakit. Menurut Sigler *et al* (1984) *dalam* Rejeki (2001) mengatakan bahwa, kandungan padatan tersuspensi berpengaruh terhadap kemampuan respirasi ikan, dalam hal ini terjadi penutupan insang oleh partikel suspended. Lebih lanjut Herbert dan Merkens (1961) *dalam* Rejeki (2001) berpendapat bahwa padatan tersuspensi juga dapat menimbulkan penyakit *fin-rot* (Myxobacteria) pada ikan. Secara umum muatan padatan tersuspensi di Teluk Kupang sangat tinggi, baik data yang telah dipublikasi oleh Bappeda (2004), maupun oleh LIPI Ambon (1996). Walaupun termasuk dalam kelas sesuai marginal, tetapi variabel tersebut sangat permanen dan dianggap sangat sulit diberikan masukan terhadap perubahannya.

Kecepatan arus yang tidak ideal akan berdampak pada kerusakan jaring, sirkulasi air dalam jaring, pengangkutan sisa pakan dan stress pada ikan. Hal ini didukung oleh Akbar *et al* (2001) yang menyatakan bahwa, kecepatan arus berperan dalam sirkulasi air dalam jaring, kerusakan instalasi budidaya, distribusi

oksigen terlarut dan pengangkutan sisa pakan. Jika perairan mempunyai kondisi arus yang lemah, dapat mempermudah terjadinya penempelan organisme *biofouling* pada jaring. Akibat yang ditimbulkannya adalah terhambat sirkulasi air dalam jaring. Sebaliknya jika arus kuat, dapat berdampak pada kerusakan instalasi dan penggunaan energi berlebihan dari ikan bagi kemampuan renang. Ghufro dan Kordi (2005) mengatakan bahwa kecepatan arus dapat menyebabkan stress pada ikan, karena banyak energi yang terbuang dan berkurangnya selera makan. Karena itu, masukan yang dapat diberikan adalah pembersihan jaring secara kontinyu terhadap alga, teritip dan kerang-kerangan, pergantian jaring secara tepat dan pengecekan terhadap sisa pakan di dasar perairan.

Material dasar perairan merupakan variabel sekunder, dalam penentuan lokasi budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung. Pentingnya material dasar perairan bagi budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung adalah berkenaan dengan kebiasaan hidup dan sifat fisiologinya. Disamping hal tersebut, material dasar juga berhubungan dengan sistem penjangkaran, penguraian sisa pakan atau hasil metabolisme. Suatu organisme akan bertumbuh dengan baik, jika berada pada habitatnya (Departemen Kelautan dan Perikanan, 1992)

Fosfat dan klorofil-a sebagai variabel tersier, dan ke dua variabel ini, tidak berhubungan langsung dengan kultivan. Fosfat dan nitrat merupakan nutrisi yang mendukung pertumbuhan fitoplankton, sedangkan klorofil-a merupakan zat hijau daun dari jasad renik di laut yang membantu proses fotosintesis. Penumpukan sisa pakan yang kemudian ditunjang lokasi yang agak tertutup dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi nitrat. Masukan yang dapat diberikan bagi

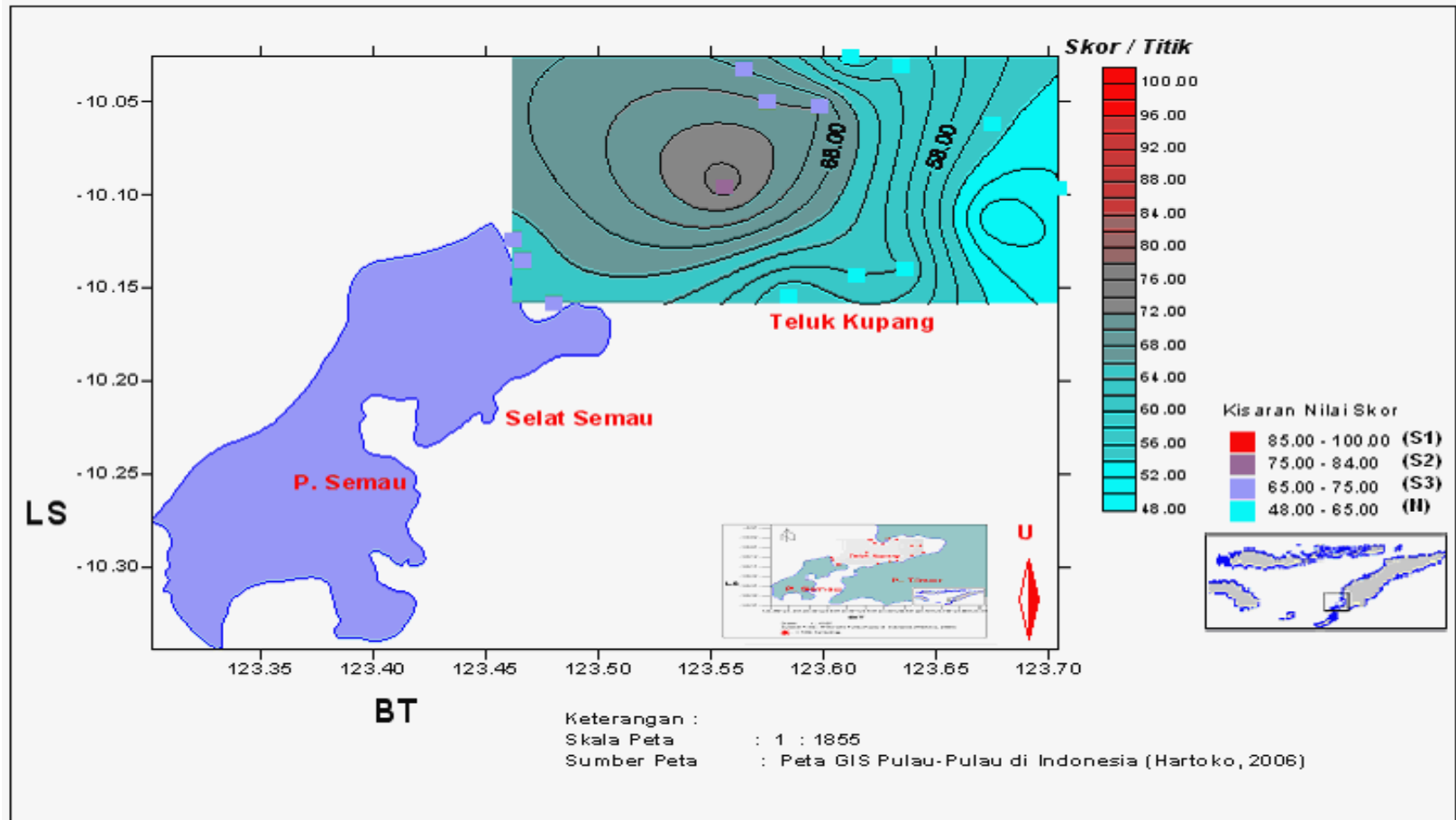
perairan tersebut adalah pengontrolan terhadap pakan baik jumlah yang diberikan maupun sisa pakan yang tidak dikonsumsi.

Lokasi pengembangan budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung di perairan Teluk Kupang diplotkan berdasarkan nilai skor dari masing-masing koordinat. Nilai skor berdasarkan kriteria Tabel 6, diperlihatkan pada Tabel 15.

Tabel 15. Total Skor Kesesuaian bagi Pengembangan Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Keramba Jaring Apung di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang

NO	Koordinat Terkoreksi	Koordinat Terkoreksi	Total Skor (%)
1	10.154	123.584	58
2	10.143	123.614	62
3	10.140	123.636	62
4	10.113	123.675	48
5	10.097	123.704	52
6	10.062	123.694	53
7	10.066	123.675	55
8	10.031	123.634	62
9	10.026	123.612	58
10	10.053	123.598	70
11	10.050	123.575	70
12	10.033	123.564	68
13	10.096	123.456	75
14	10.124	123.462	65
15	10.135	123.466	65
16	10.159	123.480	65

Zona kegiatan bagi pengembangan budidaya ikan kerapu dengan sistem Keramba Jaring Apung (KJA) di perairan Teluk Kupang ditunjukkan dalam Ilustrasi 17.



Ilustrasi 17. Peta Lokasi Pengembangan Budidaya Ikan Kerapu dengan Sistem Keramba Jaring Apung di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang

4.4.3. Lokasi bagi Pengembangan Budidaya Tiram Mutiara

Tabel. 12, memperlihatkan nilai skor untuk budidaya tiram mutiara sebesar 62 %. Evaluasi terhadap nilai tersebut dengan mempergunakan kriteria pada Table 9, memperlihatkan perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang berada pada kelas tidak sesuai (N) untuk budidaya tiram mutiara. Analisis keruangan dari kegiatan budidaya tiram mutiara di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang sebagai berikut kelas ini mempunyai pembatas permanen, sehingga mencegah segala kemungkinan perlakuan pada daerah tersebut. Hasil indentifikasi terlihat variabel dalam variabel primer mempunyai nilai yang rendah dan sukar diberi masukan. Walaupun kondisi perairan berada pada kelas tidak sesuai (N), tetapi diperlukan penjabaran mengenai variabel yang berperan didalamnya. Berikut ini adalah analisis keruangan dari tiram mutiara.

Penjabaran nilai variabel dari parameter yang di analisis pada taraf tidak sesuai (N) adalah muatan padatan tersuspensi, kecepatan arus dan kedalaman. Ke tiga variabel tersebut, merupakan variabel dalam parameter primer kegiatan budidaya yang teridentifikasi. Distribusi oksigen, makanan alami, penempelan *biofouling* dan kerusakan pada instalasi budidaya tiram mutiara dapat diperankan oleh kecepatan arus. Hasil pengukuran *in situ* memperlihatkan kecepatan arus relatif lemah. Akan tetapi distribusi oksigen terlarut merata, sehingga memungkinkan tidak banyak masukan yang berarti dalam mengatasi kondisi ini. Persoalan yang perlu mendapat perhatian adalah penempelan *biofouling* pada keranjang pemeliharaan. Masukan yang diberikan adalah pembersihan instalasi berupa keranjang pemeliharaan dan penyesuaian terhadap ukuran mata jaring. Syarat ke dua adalah muatan padatan tersuspensi. Variabel ini secara umum

relatif tinggi di perairan Teluk Kupang dan keberadaannya di perairan merupakan proses yang terjadi secara alami di alam. Tingginya muatan padatan tersuspensi dapat berdampak pada respirasi dari tiram mutiara.

Variabel primer yang terakhir dari ke tiga variabel diatas adalah kedalaman. Variabel ini penting karena dianggap berkaitan dengan penetrasi cahaya dan persebaran plankton. Dengan kedalaman yang ideal, diharapkan dapat memberikan kondisi perairan yang cukup gelap akibat dari kemampuan penetrasi cahaya yang mulai berkurang.

Kecerahan dan material dasar perairan, merupakan variabel sekunder yang teridentifikasi. Pembukaan dan penutupan cangkang mutiara tergantung pada lama penyinaran. Agar organisme ini merasa lebih nyaman maka suasana pemeliharaan harus lebih gelap, dengan tujuan agar cangkang lebih terbuka dan proses filtrasi pakan dapat berjalan secara maksimal dan alami (Winanto,2002). Kecerahan di perairan Teluk Kupang tidak berada pada nilai yang dianjurkan bagi kegiatan budidaya tiram mutiara.

Pentingnya material dasar perairan bagi tiram mutiara adalah berkenaan dengan kebiasaan hidup dan sifat fisiologinnya. Daerah yang mempunyai dasar perairan terdiri dari pasir, karang dan campuran keduanya merupakan habitat yang cocok bagi kehidupan tiram. Suatu organisme akan bertumbuh dengan baik, jika berada pada habitatnya (Departemen Kelautan dan Perikanan, 1992). Hal senada juga dikatakan oleh Winanto (2005) bahwa, tiram mutiara hidup pada daerah yang mempunyai substrat batu karang, rata-rata terumbu karang dan substrat keras lainnya. Sedangkan nitrat, fosfat dan klorofil-a merupakan variabel tersier, yang tidak berhubungan langsung dengan kegiatan budidaya tiram. Peranan nitrat

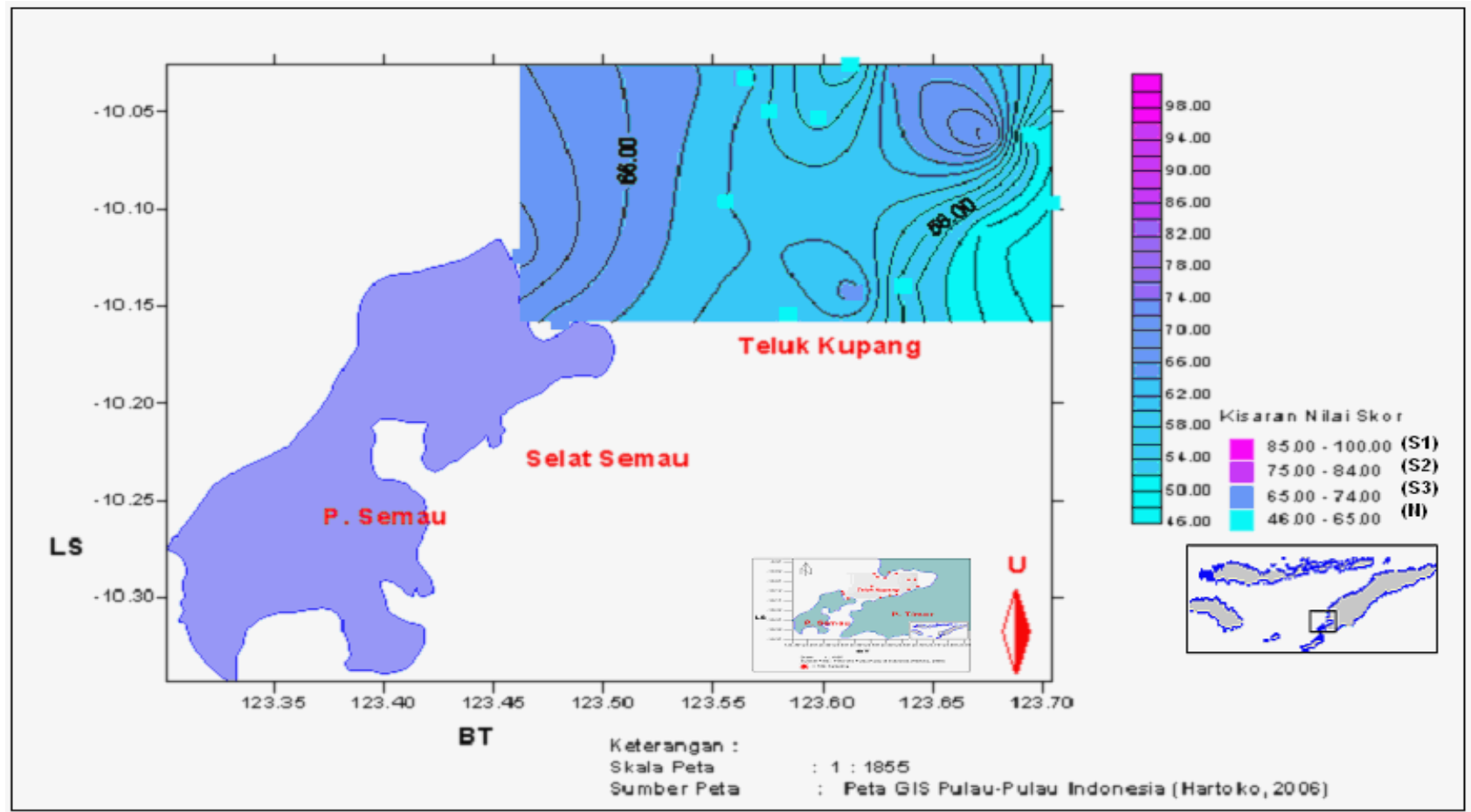
dan fosfat dan keberadaan klorofil-a di perairan telah dijelaskan pada sub bab diatas.

Untuk mendapatkan plot daerah pengembangan budidaya tiram mutiara di perairan Teluk Kupang, maka dibuatkan skoring terhadap masing-masing koordinat. Total nilai skor dengan mempergunakan kriteria pada Tabel 8, diperlihatkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Total Skor Kesesuaian bagi Pengembangan Budidaya Tiram Mutiara di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang

No	Koordinat Terkoreksi	Koordinat Terkoreksi	Total Skor (%)
1	10.154	123.584	60
2	10.143	123.614	65
3	10.140	123.636	55
4	10.113	123.675	49
5	10.097	123.704	48
6	10.062	123.694	52
7	10.066	123.675	71
8	10.031	123.634	65
9	10.026	123.612	54
10	10.053	123.598	57
11	10.050	123.575	60
12	10.033	123.564	63
13	10.096	123.456	62
14	10.124	123.462	71
15	10.135	123.466	69
16	10.159	123.480	65

Zona kegiatan bagi pengembangan budidaya tiram mutiara di perairan Teluk Kupang ditunjukan dalam Ilustrasi17.



Ilustrasi 17. Peta Lokasi Budidaya Tiram Mutiara di Perairan Zona Pemanfaatan Umum Teluk Kupang

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil identifikasi nilai variabel dari parameter fisika, kimia dan biologi di perairan Teluk Kupang, memperlihatkan nilai yang berbeda pada setiap lokasi. Kisaran nilai dari variabel tersebut sebagai berikut :
 - a. Variabel dalam parameter fisika terdiri atas : (1). kedalaman sebesar 5 m - 25 m, rata-rata 9.59 m \pm SD 5.057 (2). kecerahan sebesar 3.00 m - 11.00 m, rata-rata 7.00 m \pm SD 3.033, (3). suhu perairan sebesar 26 °C - 28.45 °C, rata-rata 27.58 °C \pm SD 0.636, (4). salinitas perairan sebesar 31.50 ppt - 38.20 ppt, rata-rata 34.33 ppt \pm SD 2.782, (5). material dasar perairan mempunyai jenis antara lain : pasir, pasir berlempung, lempung berpasir, lempung berdebu, debu, pasir dan koral, (6). kecepatan arus sebesar 0.059 m/dt - 0.238 m/dt, rata-rata 0.122 m/dt \pm SD 0.067, dan (7). muatan padatan tersuspensi sebesar 180 mg/l - 305 mg/l, rata-rata 252.63 mg/l \pm SD 42.703.
 - b. Variabel dalam parameter kimia terdiri atas : (1). oksigen terlarut sebesar 6.85 ppm - 8.74 ppm, rata-rata 7.58 ppm \pm SD 0.531, (2). pH sebesar 7.97

- 8.59, rata-rata $8.35 \pm \text{SD } 0.190$, (3). fosfat sebesar $0.081 \text{ mg/l} - 0.435 \text{ mg/l}$, rata-rata $0.181 \text{ mg/l} \pm \text{SD } 0.082$, dan (4). nitrat sebesar $0.145 \text{ mg/l} - 4.134 \text{ mg/l}$, rata-rata $1.091 \text{ mg/l} \pm \text{SD } 1.311$.

c. Variabel dalam parameter biologi terdiri atas : (1). kelimpahan fitoplankton sebesar $106760 \text{ sel/l} - 210380 \text{ sel/l}$, rata-rata $149935 \text{ sel/l} \pm \text{SD } 29.622$, dan (2). klorofil-a sebesar $0.033 \text{ mg/l} - 0.037 \text{ mg/l}$, rata-rata $0.035 \text{ mg/l} \pm \text{SD } 0.001$.

2. Hasil analisis kesesuaian perairan bagi pengembangan budidaya rumput laut di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang, berada pada kelas cukup sesuai (S2).
3. Hasil analisis kesesuaian perairan bagi pengembangan budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang, berada pada kelas sesuai marginal (S3)
4. Hasil analisis kesesuaian perairan bagi pengembangan budidaya tiram mutiara di perairan zona pemanfaatan umum Teluk Kupang, berada pada kelas tidak sesuai (N).
5. Zona budidaya rumput laut berada pada koordinat $10^{\circ} 01' 57.4'' \text{ LS}$ dan $123^{\circ} 34' 51.7'' \text{ BT}$, dan koordinat $10^{\circ} 05' 46.6'' \text{ LS}$ dan $123^{\circ} 33' 20.8'' \text{ BT}$, dengan luas 7.544 ha. Zona budidaya ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung berada pada koordinat $10^{\circ} 05' 46.6'' \text{ LS}$ dan $123^{\circ} 33' 20.8'' \text{ BT}$ dengan luas 1.459 ha dan zona budidaya tiram mutiara pada koordinat $10^{\circ} 03' 44.3'' \text{ LS}$ dan $123^{\circ} 41' 30.3'' \text{ BT}$, koordinat $10^{\circ} 08' 04.7'' \text{ LS}$ dan $123^{\circ} 27'$

58.2" BT, dan koordinat 10° 09' 32.4" LS dan 123° 28' 46.6" BT, dengan luas 2.150 ha.

5.2. Saran

1. Mengingat kelas kesesuaian untuk budidaya rumput laut dan ikan kerapu dengan sistem keramba jaring apung di perairan zona pemanfaatan Teluk Kupang berada pada taraf cukup sesuai dan sesuai marginal, maka direkomendasikan untuk lokasi pengembangan budidaya laut hanya pada kelas cukup sesuai (S2). Sedangkan budidaya tiram berada pada kelas tidak sesuai (N), maka sebaiknya tidak dilakukan pengembangan kultivan tersebut.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai aspek sosial- ekonomi dan aspek pencemaran lingkungan sehingga terbentuk suatu *out put* yang lengkap. Kemudian analisis tersebut dapat disajikan dalam bentuk spatial.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanto, E dan E. Liviawaty. 1991. *Teknik Pembuatan Tambak Udang*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Agoes. E. R. 2001. *Desentralisasi Pengelolaan Wilayah Laut Perspektif Hukum Laut*. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta
- Akbar, S dan Sudaryanto. (2001). *Pembenihan dan Pembesaran Kerapu Bebek*. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Akbulut, A. 2003. *The Relationship Between Phytoplanktonic Organisms and Chlorophyll a in Sultan Sazligi*. Journal. Hacettepe University. Ankara-Turkey. <http://journals.tubitak.gov.tr/botany/issue/bot-03-27-5/bot-27-5-5-0210-14.pdf>.
- American Public Health Association (APHA). 1976. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 14th edition, Washington D.C
- Anggadiredja. J. T., A. Zalnika., Heri Purwanto dan S. Istini. 2006. *Rumput Laut. Pembudidayaan, Pengelolaan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial*. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- APHA, AWWA, WPCF. 1989. *Standard Methods. For The Examination of Water and Waste Water*. L. S. Clesceri., A. E. Greenberg, R. R. Trussel (ed). 17th Edition, Washington D.C.
- Bakosurtanal. 1996. *Pengembangan Prototipe Wilayah Pesisir dan Marin Kupang-Nusa Tenggara Timur*. Pusat Bina Aplikasi Inderaja dan Sistem Informasi Geografis, Cibinong.
- Bal. D.V and K. V. Rao. 1984. *Marine Fisheries*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Dehli.
- BAPEDAL. 1996. *Buku Panduan Penyusunan Amdal Kegiatan Pembangunan di Wilayah Pesisir dan Laut*. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, Jakarta.
- Bappeda NTT, 2004. *Draf Zonasi Teluk Kupang*. Kerjasama Bappeda NTT dan Jurusan Perikanan, Fak. Pertanian Univ. Nusa Cendana, Kupang.
- Basmi, J. 2000. *Planktonologi : Plankton Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan*. Makalah, Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- . 1999. *Ekosistem Perairan : Habitat dan Biota*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Beveridge. M. 1987. *Cage Aquaculture*. Fishing News Books Ltd, Farnham Surrey.
- Biro Pertanian, Perikanan dan Kelautan. 1999. *Pedoman Perencanaan dan Pengembangan. Pengelolaan Terpadu Wilayah Pesisir di Indonesia*. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Jakarta.
- Black, J. A. 1986. *Oceans and Coastal : An Introduction to Oceanography*. W. M. Brown Publisher, IOWA.
- Boyd, C.E. 1981. *Water Quality in Warm Water Fish Pond*. Auburn University, Auburn.
- . 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agriculture Experimental Station. Auburn University, Auburn
- Boyd, C. E. And F. Lichtkoppler. 1982. *Water Quality Management in Pond Fish Culture*. Auburn University, Auburn.
- Brotowijoyo, M. D., Dj. Tribawono., E. Mulbyantoro. 1995. *Pengantar Lingkungan Perairan dan Budidaya Air*. Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- Brown. E. E and J. B. Gratzek. 1980. *Fish Farming Handbook*. AVI Publishing Company INC, New York.
- Budiyanto. E. 2005. *Pemetaan Kontur dan Pemodelan Spatial 3 Dimensi Surfer*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut ; Aset Pembangunan Berkelanjutan*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Dahuri, R., J. Rais., S. P. Ginting., M. J. Sitepu. 2004. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Laut Secara Terpadu*. Edisi revisi. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Deptan. 1992. *Budidaya Beberapa Hasil Laut*. Penerbit Badan Pendidikan dan Latihan Pertanian, Jakarta.
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2002. *Modul Sosialisasi dan Orientasi Penataan Ruang, Laut, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Ditjen Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Direktorat Tata Ruang Laut, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Jakarta.
- . 2004. *Modul Sosialisasi dan Orientasi Penataan Ruang, Lau, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Ditjen Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Direktorat Tata Ruang Laut, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Jakarta.

- Direktorat Jenderal Perikanan. 1982. *Petunjuk Teknis Budidaya Laut*. Ditjen Perikanan, Jakarta.
- Effendi. H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Fujaya, Y. 2004. *Fisiologi Ikan : Dasar Pengembangan Teknik Perikanan*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Ghufron. M, dan H. Kordi. 2005. *Budidaya Ikan Laut di Keramba Jaring Apung*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Gimin, R. 2001. *Peluang dan Hambatan Pengembangan Akuakultur di Propinsi NTT*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Kajian Dosen UPT Perikanan dan Ilmu Kelautan UNDANA, Kupang.
- Ghozali. H. I. 2005. *Analisis Multivarite dengan Program SPSS*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Hartoko, A., 2000. *Teknologi Pemetaan Dinamis Sumberdaya Ikan Pelagis Melalui Analisis Terpadu Karakter Oseanografi dan Data Satelit NOAA, Landsat_TM dan SeaWIFS_GSFC di Perairan Laut Indonesian*. Kantor Menteri Negara Riset dan Teknologi, Dewan Riset Nasional, Jakarta.
- Hartoko, A dan M. Helmi. 2004. *Development of Digital Multilayer Ecological Model for Padang Coastal Water (West Sumatera)*. Journal of Coastal Development. Vol 7.No 3 hal 129-136.
- Haumau, S. 2005. *Distribusi Spatial Fitoplankton di Perairan Teluk Haria Saparua, Maluku Tengah*. Ilmu Kelautan Indonesian Journal Of Marine Science, UNDIP. Vol 10. No 3. hal 126 – 136.
- Hoar, W. S., D. J. Randall and J. R. Brett. 1979. *Fish Fisiology : Bioenergetic and Growth*. Academic Press, Florida.
- Hutabarat, S dan S. M. Evans. 1995. *Pengantar Oceanografi*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Hutabarat, S. 2000. *Peranan Kondisi Oceanografi terhadap Perubahan Iklim, Produktivitas dan Distribusi Biota Laut*. UNDIP, Semarang.
- Hutagalung H. P. dan A. Rozak. 1997. *Penentuan Kadar Nitrat*. Metode Analisis Air Laut , Sedimen dan Biota. H. P Hutagalung, D. Setiapermana dan S. H. Riyono (Editor). Pusat Penelitian dan Pengembangan Oceanologi. LIPI, Jakarta.

-
- _____. 1997. *Penentuan Kadar Fosfat. Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota*. H. P. Hutagalung, D. Setiapermana dan S. H. Riyono (ed). Pusat Penelitian dan Pengembangan Oceanologi. LIPI, Jakarta.
- Hutahaen, W., S. Wouthuyzen., T. Wenno dan Madasaeni. 1996. *Kondisi Oceaonagrafi Wilayah Pesisir Kupang dan Sekitarnya*. Sam Wouthuyzen (ed). Pusat Penelitian dan Pengembangan Oceanologi. LIPI, Ambon.
- Krenkel. P. A and Novotny. 1980. *Water Quality Management*. Academi Press. A Subsidiary of Harcourt Brance Javonovich Publishers, New York.
- LIPI. 1996. *Status Ekosistem Wilayah Pesisir Teluk Kupang dan Sekitarnya*. Sam Wouthuyzen (ed). Pusat Penelitian dan Pengembangan Oceanologi. LIPI, Ambon.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. *Baku Mutu Air Laut*. Keputusan Meneg. KLH No 51 tahun 2004, tanggal 8 April 2004, Jakarta.
- Meske. C. 1985. *Fish Aquaculture Technology and Experiments*. First Edition, F. Vogt (ed). Pengamon Press, London.
- Meyers. W. L., Ronald and Shelton. 1980. *Survey Methods for Ecosystem Management*. Departament of Resources Departament. Michigan State University- A Willey- Interscience Publication. J. Willey and Sons, Michigan.
- Milne, P. H. 1979. *Fish and Shellfish Farming in Coastal Waters*. Fishing News Book Ltd, Farnham Surrey.
- Muir. J. F and J. M. Kapetsky. 1988. *Site Selection Decisions and Project Cost. The Case of Brackish Water Pond System*. Aquaculrure Engeneering Technologies for The Future. IChemE Symposium Series No. 111, EFCE Publication Series No 66, Scotland.
- Nabib, R dan F. H. Pasaribu. 1989. *Patologi dan Penyakit Ikan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nasution, S. 2001. *Metode Research (Penelitian Ilmiah)*. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
- Naulita, Y. 2001. *Karakteristik Massa Air pada Perairan Lintas ARLINDO (The Characteristics of Water Masses in Passage of Indonesian Throughflow)*. Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. Vol 1 No. 4 hal 57 – 74.

- Newell, G. E. and R. C. Newell. 1963. *Marine Plankton a Practical Guide*. 1st Edition. Hutchinson Educational LTD, London.
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Edisi revisi. Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Nurdjana, M. L. 2001. *Prospek Sea Farming di Indonesia. Teknologi Laut dan Pengembangan Sea farming Indonesia*. Departemen Kelautan dan Perikanan bekerjasama dengan JICA, Jakarta.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut*. PT. Gramedia, Jakarta.
- Odum, E. P. 1979. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press. Oreginal English Edition. Fundamental of Ecology Thurd Edition, Yokyakarta.
- Pillay, T. V. R. 1990. *Quality Criteria for Water*. US Enviromental Protection Agency, Washington DC.
- Purnomo. A. 1992. *Site Selection for Sustainable Coastal Shrimp Ponds*. Central Reseach Institute for Fishery. Agency for Agriculture and Development Minstry of Agriculture. Jakarta-Bandung.
- Pusat Pengembangan Geologi Bandung. (1996). *Survei Tematik Kelautan Terintegrasi dan Inventarisasi Sumberdaya Geologi dan Geofisika Kelautan di Wilayah MCMA Kupang dan Sekitarnya*. Pusat Pengembangan Geologi Bandung, Bandung.
- Prahasta, E. 2002. *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Penerbit Informatika, Bandung.
- Radiarta, I. Ny., S. E. Wardoyo., B. Priyono dan O. Praseno. 2003. *Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Penentuan Lokasi Pengembangan Budidaya Laut di Teluk Ekas, Nusa Tenggara Barat*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Pusat Riset Perikanan Budidaya Jakarta. Vol 9 no 1, hal 67 – 71.
- Radiarta, I. Ny., A. Saputra., O, Johan. 2005. *Pemetaan Kelayakan Lahan untuk Pengembangan Usaha Budidaya Laut dengan Aplikasi Inderaja dan Sistem Informasi Geografis di Perairan Lemito, Propinsi Gorontalo*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, Vol.11 No 1 hal 1-13.
- Rejeki, S. 2001. *Pengantar Budidaya Perairan*. Badan Penerbit UNDIP, Semarang.
- Romimohtarto, K dan S. Juwana. 1999. *Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. LIPI, Jakarta.

- Romimohtarto, K. 2003. *Kualitas Air dalam Budidaya Laut*. www.fao.org/docrep/field/003.
- Rosen, B. H. 1990. *Microalgae Identification for Aquaculture*. 1st Edition, Florida Aqua Farms, Florida.
- Sastrawijaya, A. T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Satriadi, A dan S. Widada. 2004. *Distribusi Muatan Padatan Tersuspensi di Muara Sungai Bodri, Kabupaten Kendal*. Jurnal Ilmu Kelautan UNDIP. Vol 9 (2) hal 101 – 107.
- Shepherd, J and N. Bromage. 1988. *Intensive Fish Farming*. BSP Profesional Books Oxford London. Edinburgh, Boston Palo Alto Melbourne.
- Sidjabat. M. M. 1976. *Pengantar Oceanografi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Soderberg, R. W. 1995. *Flowing Water Fish Culture*. Lewis Publisher, Florida.
- Standar Nasional Indonesia. 2000. *Produksi Benih Ikan Kerapu Tikus (Cromileptes altivelis, Valenciennes) Kelas Benih Sebar*. BSN. SNI : 01-6487.3-2000.
- Sudjana. 2002. *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi bagi Para Peneliti*. Penerbit Tarsito, Bandung.
- Sudjiharno., M. Meiyana., dan S. Akbar. 2001. *Pemanfaatan Teknologi Rumput Laut dalam Rangka Intensifikasi Pembudidayaan*. Bulletin Budidaya Laut. DKP. Balai Budidaya Laut, Lampung.
- Sugandhi, A. 1996. *Strategi Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut di Indonesia*. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, Lembaga Penelitian IPB dengan Dirjen Pembangunan Daerah Depdagri dan ADB. Bogor.
- Suin, N. M. 1999. *Metode Ekologi*. Dirjen Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- Sukandi, M. F, 2002. *Peningkatan Teknologi Perikanan (The Improvement of Fish Culture Technology)*. Journal Ichthyologi Indonesia. Vol 2 No 2. hal 61-66
- Supriharyono. 2000. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumberdaya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Supriyadi. H. I. 1996. *Geomorfologi Wilayah Pesisir Kupang dan Sekitarnya*. Status Ekosistem Wilayah Pesisir dan Sekitarnya. Sam Wouthuseyzen (ed). Pusat Penelitian dan Pengembangan Oceanologi. LIPI, Ambon
- Tarunamilia., A. Mustafa dan A. Hanafi. 2001. *Penentuan Lokasi Budidaya Keramba Jaring Apung dengan Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. (Studi Kasus di Teluk Pare-Pare Sulawesi Selatan)*.

- Penyuting Ahmad. *dkk.* Teknologi Budidaya Laut Pengembangan Sea Farming Indonesia. DKP dan JICA, Jakarta.
- Torres, A. C., L. G. Ross and M. C. M. Beveridge. 1998. *The Use Remote Sensing in Water Quality Investigations for Aquaculture and Fisheries.* Aquaculture Engineering Technologies for The Future. IChemE Symposium Series No. 111, EFCE Publication Series No 66, Scotland.
- Utojo, A. Mansyur., Taranamulia., B. Pantjara dan Hasnawai. 2005. *Identifikasi Kelayakan Lokasi Budidaya Laut di Perairan Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur.* Journal Penelitian Perikanan Indonesia. Vol II. No 5, hal 9 – 29.
- Viyard, W. C. 1979. *Diatom of North America. 1st Edition.* Mad River Press Eureka, California.
- Weathon, F. W., J. N. Hochheimer., G. E. Kaiser., M. J. Krones., G. S. Libey and C. C. Easter. 1994. *Nitrification Filter Principles.* M. B. Timmons and T. M. Losardo (ed). Aquaculture Water Reuse Systems: Engineering Design and Management. Elsevier Science, Amsterdam.
- Wibisono, M. S. 2005. *Pengantar Ilmu Kelautan.* Penerbit PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Widodo, J. 2001. *Prinsip Dasar Pengembangan Akuakultur dengan Contoh Budidaya Kerapu dan Bandeng di Indonesia.* Teknologi Budidaya Laut dan Pengembangan Sea Farming Indonesia. Departemen Kelautan dan Perikanan dan JICA. Jakarta hal 17 - 26.
- Winanto, Tj. 2004. *Memproduksi Benih Tiram Mutiara.* Penebar Swadaya, Jakarta.
- Wirasatriya. A., dan S. Supriyanto. 2004. *Perkembangan Awal Larva Tiram Mutiara (Pinctada maxima) pada Tingkat Salinitas yang Berbeda.* Indonesia Journal of Marine Science, UNDIP, Semarang. Vol 9. No. 1, hal 14 – 19.
- Wouthuyzen, S. 1995. *Rangkuman. Status Ekosistem Wilayah Pesisir Teluk Kupang dan Sekitarnya.* Sam Wouthuyzen (ed). Pusat Penelitian dan Pengembangan Oceanologi. LIPI, Ambon.
- Yusuf. S. A., S. Wouthuyzen dan P. H. Lusykooy., 1995. *Plankton dan Kesuburan Perairan di Wilayah Pesisir Kupang dan Sekitarnya.* Status Ekosistem Wilayah Pesisir Kupang dan Sekitarnya. Sam Wouthuyzen(ed). Pusat Penelitian dan Pengembangan Oceanologi. LIPI, Ambon.
- Zonneveld. N., E. A. Huisma dan J. H. Boon. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan.* PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.